

MASARYKOVA UNIVERZITA
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
ÚSTAV FYZIKÁLNÍ ELEKTRONIKY

Diplomová práce

BRNO 2019

MARIE MÚČKOVÁ

M A S A R Y K O V A
U N I V E R Z I T A
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
ÚSTAV FYZIKÁLNÍ ELEKTRONIKY

Metoda Peer Instruction ve středoškolské výuce

Diplomová práce

Marie Múčková

Vedoucí práce: doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.

Brno 2019

Bibliografický záznam

Autor:	Bc. Marie Múčková Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Ústav fyzikální elektroniky
Název práce:	Metoda Peer Instruction ve středoškolské výuce
Studijní program:	Fyzika
Studijní obor:	Učitelství fyziky pro střední školy, Učitelství matematiky pro střední školy
Vedoucí práce:	doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.
Akademický rok:	2018/2019
Počet stran:	ix + 77
Klíčová slova:	fyzika; vzdělávání ve fyzice; Peer Instruction; KonceptTest; vyučovací metoda; aktivizační metoda; vyučovací strategie; hlasování; střední škola; elektřina

Bibliographic Entry

Author: Bc. Marie Múčková
Faculty of Science, Masaryk University
Department of Physical Electronics

Title of Thesis: Peer Instruction in secondary school physics

Degree Programme: Physics

Field of Study: Upper Secondary School Teacher Training in Physics,
Upper Secondary School Teacher Training in Mathematics

Supervisor: doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.

Academic Year: 2018/2019

Number of Pages: ix + 77

Keywords: physics; physics education; Peer Instruction; ConcepTest; teaching methods; teaching strategies; vote; high school; electricity

Abstrakt

V této diplomové práci se věnujeme vyučovací metodě Peer Instruction, která byla vytvořena Ericem Mazurem z Harvardovy univerzity v devadesátých letech minulého století. Celosvětově se rozšířila a rozšířila se i do jiných předmětů. Práce je rozdělena na dvě části. Obsahuje rešerši současného využití metody PI ve světě i v České republice a soubor otázek pro použití metody ve výuce středoškolské fyziky.

Abstract

This diploma thesis is dedicated to an educational method called Peer Instruction which was created by Eric Mazur from Harvard University during 90's of last century. The method expanded worldwide and it also touched other subjects. The thesis is divided into two parts. One includes a recherche of contemporary usage of the PI method in the world and also in the Czech Republic. The other part contains a collection of questions for usage of the method in high school education of Physics.



MASARYKOVA UNIVERZITA
Přírodovědecká fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Akademický rok: 2017/2018

Ústav: Ústav fyzikální elektroniky
Studentka: Bc. Marie Můčková
Program: Fyzika
Obor: Učitelství fyziky pro střední školy
Učitelství matematiky pro střední školy

Ředitel Ústavu fyzikální elektroniky PŘF MU Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu MU určuje diplomovou práci s názvem:

Název práce: Metoda Peer Instruction ve středoškolské výuce
Název práce anglicky: Peer Instruction in secondary school physics

Oficiální zadání:

Metoda Peer Instruction (PI) byla v 90. letech minulého století vyvinuta E. Mazurem z Harvardovy univerzity pro výuku základního kurzu fyziky. Za dvě desetiletí se celosvětově rozšířila a pronikla i do jiných předmětů přírodních a společenských věd.

Cílem diplomové práce je provést rešerši současného využití metody PI ve světě i u nás a vytvořit soubory otázek pro použití metody při středoškolské výuce fyziky.

Literatura:

GREEN, Paul J. *Peer instruction for astronomy*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education, 2003. xi, 178. ISBN 0130263109.

Jazyk závěrečné práce: čeština

Vedoucí práce: doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.

Konzultant: Mgr. Jana Jurmanová, Ph.D.

Datum zadání práce: 6. 10. 2017

V Brně dne: 23. 1. 2018

Souhlasím se zadáním (podpis, datum):

.....

Bc. Marie Můčková
studentka

.....

doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.
vedoucí práce

.....

prof. RNDr. Mirko Černák, CSc.
ředitel Ústavu fyzikální elektroniky

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat panu doc. RNDr. Zdeňku Bochníčkoví, Dr. za jeho odborné vedení, užitečné připomínky, trpělivost a čas, který mi při psaní této práce věnoval. Děkuji také paní RNDr. Zdeňce Koupilové, Ph.D., paní Mgr. Janě Jurmanové, Ph.D. a paní Mgr. Janě Šestákové za cenné rady a obohacující rozhovory. Panu Mgr. Kamilu Obořilovi děkuji za to, že mi umožnil si vyzkoušet PI v praxi. Speciální poděkování patří Bc. Petře Mačkové za její připomínky k textu a za ochotu si práci přečíst. V neposlední řadě děkuji své rodině, Lukášovi a dalším přátelům za velkou podporu.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s využitím informačních zdrojů, které jsou v práci citovány.

Brno 13. května 2019

.....
Marie Múčková

Obsah

Úvod	viii
Kapitola 1. Metoda Peer Instruction	1
1.1 Úvod	1
1.2 Vznik metody Peer Instruction	1
1.3 Jakým způsobem tedy metoda PI funguje?	3
1.4 Přínosy metody PI	4
1.5 Další výzkumy	6
1.6 Situace ve světě	12
1.7 Situace v ČR	12
1.8 Osobní zkušenost	17
Kapitola 2. Hodiny fyziky metodou Peer Instruction	19
2.1 Úvod	19
2.2 Elektrostatika	22
2.3 Vznik elektrického proudu	37
2.4 Elektrický proud v kovech	42
2.5 Elektrický proud v polovodičích	53
2.6 Elektrický proud v kapalinách	62
2.7 Elektrický proud v plynech a ve vakuu	68
Závěr	74
Seznam použité literatury	75

Úvod

Za cíl této diplomové práce bylo stanoveno zhotovit rešerši současného využití metody Peer Instruction (dále PI) ve světě i u nás a vytvořit soubory otázek pro použití metody ve středoškolské výuce fyziky.

Práce je sestavena ze dvou velkých kapitol.

V první kapitole se zabýváme rešeršní částí. Nejprve popisujeme jak metoda PI vznikala a co přimělo Erica Mazura k tomu, aby změnil svůj původní přístup k výuce fyziky na Harvardově univerzitě. Připojujeme samozřejmě přehled o tom, jak metoda funguje a k jakým účelům byla vymyšlena.

Nemálo důležitou součástí práce jsou uváděné výzkumy, ve kterých autoři popisují efektivnost metody PI. Porovnávali studenty vyučované tradičním způsobem vůči studentům, kteří měli možnost být součástí výuky tvořené pomocí PI.

Výzkumy ukazují, že metoda má svůj smysl a stojí za to investovat čas k rozšiřování jejího povědomí ve školství.

Metoda PI je založena na skvělé myšlence, že váš vrstevník vám něco, co ještě nechápete, vysvětlí lépe než váš učitel, protože si stále pamatuje, jaké to bylo, když danou věc zatím nechápal, a co mu pomohlo ten problém pochopit. Eric Mazur na této ideji staví.

V další sekci píšeme o situaci ve světě a u nás. Popis výskytu PI v České republice je založen na rozhovorech s vyučujícími, kteří mají s tímto způsobem výuky nemalé zkušenosti. Plnou verzi PI aplikuje asi jen paní RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D. v Praze na Univerzitě Karlově. Bohužel se o PI moc neví a tudíž učitelů, kteří ji používají, je málo. O možnostech, které metoda nabízí, bylo možné se dozvědět například na [Veletrhu nápadů učitelů fyziky](#).

Na závěr této kapitoly uvádíme osobní zkušenost autorky, která měla příležitost si PI vyzkoušet v rámci své pedagogické praxe při vysokoškolském studiu.

Větší část této diplomové práce tvoří jednotlivé hodiny fyziky, které na sebe navazují, zpracované metodou PI. Cílem této kapitoly má být jakási sbírka konceptuálních otázek (KoncepTestů), které bude možné využít ve středoškolské výuce. Nejde ale o návod nebo nějaký postup, jak učit touto metodou. Hlavním úmyslem je spíše nabídnout možnost výběru otázek do hodin k zvolené tématice.

Vybrali jsme si téma elektřina. Tato oblast fyziky je někdy považována za méně oblíbenou, a proto se pokusíme PI použít i k její popularizaci. Navíc tato látka je stále dost praktická k mnohým ukázkám. Předpokládáme znalost studentů učiva z předešlých školních let.

Hodiny jsou sestaveny podle přehledu na webové stránce RVP [18, Varianta P]. Každá hodina se skládá z několika částí. Prvním blokem je vysvětlování nové látky, přičemž v textu neuvádíme její podrobný obsah, nebo opakování z hodiny minulé.

Druhým blokem je samotná metoda PI, čímž myslíme pokládání konceptuálních otázek žákům, hlasování o správné odpovědi, následná potenciální diskuze mezi žáky, případné druhé hlasování a dobré vysvětlení správné odpovědi.

Pak necháváme prostor pro případné představení navazujícího učiva následováno další částí PI. Na konci každé hodiny necháváme čas pro shrnutí.

Na závěr tohoto úvodu uvádíme, že KoncepTestů je 100 ks, z čehož asi třetina otázek je převzatých z různých zdrojů citovaných u každé otázky zvlášť, při čemž většinu chybných odpovědí musela autorka domyslet. Některé otázky jsou „zdrojem“ jen inspirovány a zbylé KoncepTesty jsou vytvořeny autorkou.

Většina obrázků je nakreslena v matematickém programu [GeoGebra](#), který je volně dostupný. Text práce včetně případných matematických formulí je vysázen v systému \LaTeX .

Kapitola 1

Metoda Peer Instruction

1.1 Úvod

V této kapitole se zabýváme rešeršní částí této diplomové práce. Popisujeme jak metoda Peer Instruction vznikala a co přimělo Erica Mazura k tomu, aby změnil svůj původní přístup k výuce fyziky na Harvardově univerzitě. Vysvětlíme, o čem metoda vlastně je a proč by mohla být dobrá. Její úspěšnost a smysl nám potvrzují jednotlivé výzkumy [1.5](#). A na závěr uvedeme zkušenosti z několika škol, kde se metoda úspěšně aplikuje.

1.2 Vznik metody Peer Instruction

Všechno se začalo u Erica Mazura.

Eric Mazur je profesor fyziky a aplikované fyziky, předseda katedry aplikované fyziky na Harvardově univerzitě, zaměstnanec Pedagogické fakulty na Harvardově univerzitě a bývalý prezident společnosti [Optical Society](#). [\[1\]](#)



Obrázek 1.1: Eric Mazur [\[1\]](#)

Mazur je prominentní fyzik známý díky svým příspěvkům v nanofotonice a mezinárodně uznávaný vzdělávací inovátor. Ve vzdělávání je široce známý pro svou práci na metodě **Peer Instruction** (dále PI), interaktivní výukové metodě zaměřené na zapojení studentů do hodin výuky i mimo ně. V roce 2014 se Mazur stal inauguračním příjemcem [Ceny Minervy](#) za pokrok ve vysokoškolském vzdělávání. Za svou práci ve fyzice

a ve vzdělávání získal řadu ocenění a založil několik úspěšných firem. Mazur publikoval v recenzovaných časopisech a má řadu patentů. Také hodně psal o vzdělání a je autorem knihy *Peer Instruction: A User's Manual* (viz [24]), kde vysvětluje jak učit interaktivně při přednáškách i s velkým počtem studentů. [1]

Eric Mazur je přední řečník v oblasti optiky a vzdělávání. Jeho motivační přednášky o interaktivním vyučování, vzdělávací technice a hodnocení inspirovaly mnoho lidí po celém světě ke změně svého přístupu k výuce. [1]

Metoda je založena na myšlence, že váš vrstevník vám něco, co ještě nechápete, vysvětlí lépe než váš učitel, protože si stále pamatuje, jaké to bylo, když danou věc zatím nechápal, a co mu pomohlo ten problém pochopit. (Volně dostupná videa vysvětlující ideu podrobněji jsou například zde: [2], [3].)

V polovině 90. let minulého století poté, co studenti Erica Mazura neuspěli v testech **Force Concept Inventory**, byl profesor Mazur nucen přehodnotit svůj přístup k výuce.

Mazur svým studentům dal tento test a byl přesvědčen, že jeho studenti s vypracováním nebudou mít vůbec žádné problémy. Pochyby přišly již chvíli po rozdání úloh, když se jeden ze studentů zeptal, jestli má odpovídat podle toho, co si myslí, že je správně, nebo podle toho, co se učili ve škole. Test opravdu nedopadl dobře. Přestože přednášky Erica Mazura byly poutavé, logicky jasné, plné příkladů a u studentů velice oblíbené, měli studenti mezery v základních představách. To přimělo Erica Mazura k zásadní změně ve vyučování fyziky. [2], [5]

Peer Instruction (z anglického *peer* – vrstevník, spolužák, *instruction* – vyučování) je vyučovací metoda založená na aktivní práci studentů, kteří nejprve samostatně a následně po diskuzi v malých skupinách spolužáků odpovídají na zadané otázky („ConceptTests“). [16]

KonceptTest (z anglického *ConceptTest* - zkratka pro „konceptuální testovou otázku“) je otázka, která se týká základního konceptu probírané látky. Otázka může být otevřená, anebo s výběrem z možností. Při tvorbě uzavřených otázek jsou kromě správné odpovědi do možností zařazovány obvyklé **miskoncepce** (tzn. chybné žákovské představy) k danému konceptu. [16] Příklady takových otázek najdete v další kapitole 2.2, kde se jimi zabýváme.

Otázky by měly být navrženy tak, aby dávaly studentům možnost prozkoumat důležité pojmy, spíše než otestovat chytrost nebo paměť, a odhalit společné potíže s učivem. Z tohoto důvodu by nesprávné volby odpovědí měly být hodnověrné a pokud možno založené na typických mylných názorech studentů. [6]

Eric Mazur píše ve svém článku [6], že dobrým způsobem, jak psát otázky, je podívat se na studentova řešení v písemkách ze zkoušek.

Testy by měly být náročné, ale ne příliš. Na otázku před diskusí by mělo správně odpovědět 35 – 70 % studentů. Je-li zpočátku méně než 35 % odpovědí správných, může být KonceptTest nejednoznačný nebo příliš málo studentů pochopilo myšlenku problému tak, aby pak mohla nastat plodná diskuze (bez nějakého dalšího vedení instruktora). Je-li více než 70 % studentů schopno odpovědět na otázku správně, diskuse není dostatečně přínosná. [6]

Eric Mazur v článku [6] popisuje své desetileté zkušenosti. Uvádí, že obvykle věnuje

jednu třetinu až polovinu času ve třídě KonceptTestům a zbytek výuky jiné formě výkladu.

Hlavní využití metody je při výkladu nové látky, částečně upravenou metodu lze využít i při opakování, prohlubování učiva nebo v **závěrečném hodnocení**. [16]

Peer Instruction modifikuje tradiční přednáškový formát tak, aby zahrnoval otázky určené k zapojení studentů a k odhalení potíží s učivem. [6]

Peer Instruction zapojuje studenty během výuky prostřednictvím činností, které vyžadují, aby každý student aplikoval základní koncepty, které jsou prezentovány, a pak tyto koncepty vysvětlil svým spolužákům. Na rozdíl od běžné praxe klást během přednášky neformální otázky, které se obvykle týkají pouze několika vysoce motivovaných studentů, více strukturovaný dotazovací proces PI zahrnuje každého studenta ve třídě. I když Eric Mazur vyvinul PI pro použití při přednáškách s velkým počtem studentů, mnoho instruktorů zjistilo, že je to stejně efektivní přístup i k zapojení studentů v malých třídách. (Na reálnou ukázkou z hodiny Erica Mazura se můžete podívat ve volně dostupném videu zde: [4].)

Jednou ze silných stránek PI je jeho adaptabilita na širokou škálu kontextů a stylů instruktorů. [6]

1.3 Jakým způsobem tedy metoda PI funguje?

Školní hodina vyučovaná s metodou PI je rozdělena do série krátkých prezentací, z nichž každá je zaměřena na určitou ústřední myšlenku. Následuje konceptuální otázka nazvaná „ConcepTest“, která zkoumá pochopení právě prezentovaných myšlenek studentům. [6]

Studenti dostanou jednu nebo dvě minuty na formulaci individuálních odpovědí a nahlásí odpovědi instruktorovi pomocí hlasovacího zařízení. Studenti pak diskutují o svých odpovědích s ostatními, kteří sedí kolem nich. Instruktor vybízí studenty, aby se navzájem přesvědčili o správnosti své vlastní odpovědi tím, že vysvětlí základní úvahy. Během diskuse, která obvykle trvá dvě až čtyři minuty, se instruktor pohybuje po místnosti a poslouchá. Nakonec instruktor ukončí diskusi, znovu se zeptá studentů na jejich odpovědi, které se ale mohly na základě diskuse změnit, vysvětlí odpověď a přejde k dalšímu tématu. [6]

Studenti nejsou hodnoceni podle odpovědí na konceptuální otázky, ale dostávají kredity za účast v průběhu semestru. Mají také silnou motivaci k účasti, protože průběžné a závěrečné zkoušky zahrnují značné množství otázek podobných „ConcepTestu“. [6]

Aby byl dostatek času pro výuku metodou PI, a aby byli studenti lépe připraveni aplikovat získané informace během výuky, musí absolvovat četbu na určitá témata, která by měli před hodinou znát. Učit se ze čtení je dovednost, kterou stojí za to rozvíjet. Je užitečná zejména proto, že po škole velké množství dalšího vzdělávání probíhá prostřednictvím čtení.

Tato „čtecí“ část je nazvaná „**JiTT**“ (z anglického pojmenování *Just-in-Time-Teaching*). Aby studenti mohli dobře pochopit klíčové body zadaného textu a aby ho skutečně četli, dostanou body na konci textu za zodpovězení několika předložených otázek, které jim mohou pomoci lépe pochopit probíranou látku. [6]

V tradičních úvodních přírodovědných kurzech si studenti zpravidla přečtou učebnici teprve poté, co přednášející ukončí téma (pokud vůbec). Předpokládá se, že v kurzu využívajícím PI se studenti připravují na výuku čtením.

Tento počáteční přenos informací prostřednictvím čtení umožňuje přednáškám zaměřit se na nejdůležitější a nejtěžší prvky čtení, snad z jiného úhlu pohledu nebo s novými příklady, a poskytnout studentům příležitosti (ve formě KoncepTestů) přemýšlet a třídit myšlenky.

Aby se studenti mohli efektivně připravit na hodinu PI, potřebují jak podnět k dokončení čtení, tak i pochopit klíčové body. Proto Eric Mazur využíval způsob kvízových otázek, které studentům měly pomoci přemýšlet o obsahu textu.

Vyplňování kvízů, které používal na počátku, působilo jako pobídka k dokončení čtení, ale nepomáhalo studentům pochopit dané učivo. Namísto kvízů v letech 1996 a 1997 Eric Mazur požadoval, aby studenti psali krátká shrnutí toho, co čtou. Zjistil však, že většina souhrnů nebyla dostatečně kvalitní. [6]

Přístup instruktora k odpovědím studentů na tyto kvízové otázky mu umožňuje efektivněji se připravit na výuku. Čtení a přemýšlení o studentských odpovědích dává instruktorovi přehled o tom, co studenti považují za obtížné, a na co by se v hodině měl nejvíce zaměřit.

Reakce studentů na tyto čtenářské úkoly jsou obzvláště pozitivní. Jsou rádi, když jsou jejich otázky zodpovězeny (v hodině, nebo odpověďmi na často kladené otázky zveřejněnými na webových stránkách kurzu). [6]

1.4 Přínosy metody PI

Obecně se předpokládá, že aktivní zapojení studentů během diskuse s vrstevníky, z nichž někteří znají správnou odpověď, vede ke zvýšení porozumění.

Existuje však alternativní vysvětlení: Studenti se ve skutečnosti z diskuse nic nedozvědí, ale jednoduše si vyberou odpověď, kterou nejvíce podporují sousedé, kteří jsou vnímáni jako chytrí. Ve výzkumu [7] se autoři snažili rozlišit mezi těmito možnostmi.

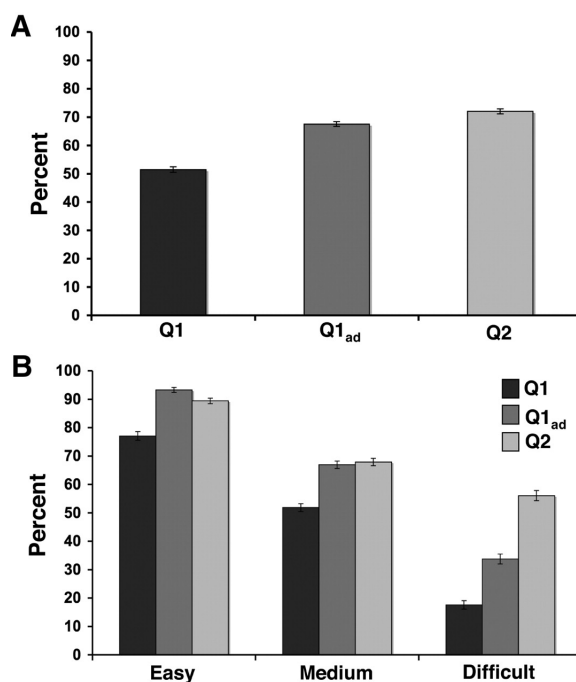
Výsledky výzkumu [7] ukazují, že vzájemná diskuse zvyšuje porozumění, přestože žádný ze studentů v diskusní skupině původně nezná správnou odpověď.

Výzkum byl proveden v úvodním kurzu bakalářského studia genetiky na *University of Colorado - Boulder*. Celkem 370 studentů bylo testováno během semestru průměrně asi padesát minut pěti otázkami. Dohromady položili studentům šestnáct trojic otázek. Trojicí otázek máme na mysli Q_1 , Q_1ad a Q_2 , což vysvětlujeme níže. Obtížnost těchto otázek byla různá. Studenti dostali body za účast na tomto testu, bez ohledu na to, jestli byly jejich odpovědi správné. Otázky v testu byly podobné otázkám ke zkoušce, takže studenti měli motivaci brát test vážně.

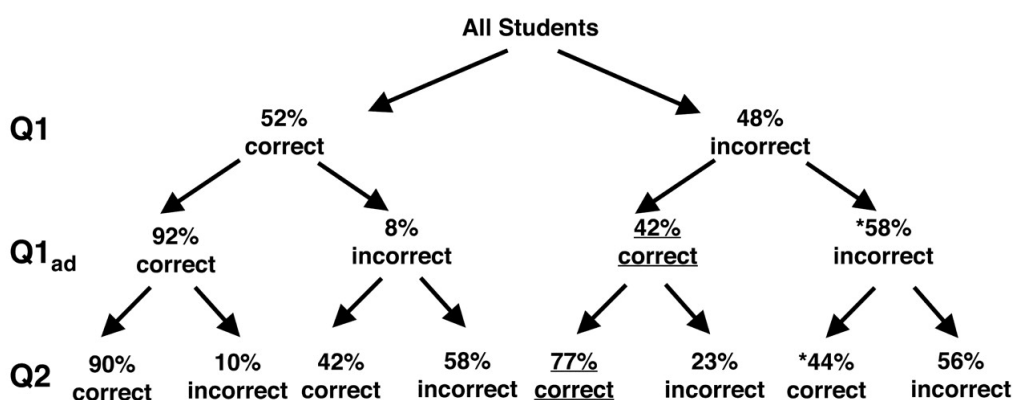
Studenti byli nejprve požádáni, aby odpověděli na jednu otázku individuálně (Q_1), pak byli vyzváni k diskusi o otázce se svými sousedy. Následně odpovídali znovu na stejnou otázku (Q_1ad pro „ Q_1 po diskusi“). Nakonec studenti odpovídali na druhou otázku opět individuálně (Q_2).

Dva výsledky v grafu 1.2 ukazují, že se většina studentů poučila z diskuze o otázce Q_1 . První z nich vychází z dat o hlasování, kdy průměrné procento správných odpovědí na otázku Q_2 bylo výrazně vyšší než procento správných odpovědí na otázky Q_1 a Q_1ad (viz

obrázek 1.2). Druhý poznatek je, že ze studentů, kteří odpověděli Q_1 nesprávně, ale Q_{1ad} správně, 77 % zvolilo na otázku Q_2 správnou odpověď. [1.3] Tento výsledek naznačuje, že většina studentů, kteří zpočátku nerozuměli konceptu, byla schopna aplikovat informace, které se naučili během skupinové diskuze, a správně odpovědět na další podobnou otázku. Oproti tomu téměř všichni studenti, kteří správně odpověděli na otázku Q_1 , pravděpodobně proto, že chápali koncept ze začátku, nezměnili své hlasy u Q_{1ad} a pak i zvolili správnou odpověď u Q_2 . [1.3]



Obrázek 1.2: Graf popisující zvýšení úspěšnosti odpovědí studentů na jednotlivé otázky [7]



Obrázek 1.3: Rozdělení odpovědí studentů [7]

Pozn.: Podtržené položky v obrázku 1.3 představují studenty, kteří zpočátku správně neodpověděli na Q_1 , ale po skupinové diskusi zvolili správnou odpověď. Položky s hvězdičkou představují studenty, kteří neodpověděli správně ani na otázku Q_1 , ani na Q_{1ad} ,

ale přesto byli schopni správně odpovědět na otázku Q_2 . Otázek bylo celkem 16 skupin po třech otázkách typu Q_1, Q_1ad, Q_2 .

V postsemestrálním průzkumu ($n = 98$ respondentů) uvedli studenti, že v jejich diskuzních skupinách byli průměrně tři účastníci. Pokud byli studenti, kteří znali správnou odpověď na otázku Q_1 , náhodně rozdělení po celé třídě (i na obtížné otázky [1.2, B]), více než polovina z 84 skupin tedy nezahrnovala nikoho, kdo by věděl správnou odpověď na Q_1 (tzv. *naivní skupiny*). Statistická analýza ukazuje, že někteří studenti, kteří správně odpověděli na Q_2 , museli pocházet z těchto naivních skupin.

Tento postoj podpořil i názor studentů, že mít ve skupině někoho, kdo zná správnou odpověď, je zbytečné. Téměř 50 % studentů nesouhlasilo s tvrzením: „Když se svými sousedy hovořím o možných odpovědích, k vytvoření produktivní diskuze je třeba, aby byl ve skupině člověk, který zná správnou odpověď.“

Další komentáře od těchto studentů popisovaly následující: „Často při rozhovoru prostřednictvím otázek můžeme nalézt odpověď sami, což je takřka lepší způsob, protože máme možnost o tom mluvit, namísto abychom jen slyšeli odpověď.“ „Diskuze je produktivní, když lidé neznají odpovědi, protože zkoumáte všechny možnosti a odstraníte ty, o nichž víte, že nejsou správné.“

Tato studie podporuje významnou hodnotu vzájemné partnerské diskuze jako účinného prostředku aktivního učení v přednáškovém kurzu.

Zjištění z výzkumu [7], že i studenti v naivních skupinách zlepšují svůj výkon po diskusi, naznačuje konstruktivističtější vysvětlení, proč tito studenti přicházejí ke konceptuálnímu porozumění sami, prostřednictvím procesu skupinové debaty.

Někteří instruktoři, kteří používají otázky typu metody PI, zcela vynechávají vzájemnou diskusi, protože věří, že správné vysvětlení instruktora bude jasnější a přesnější než vysvětlení vrstevníků, a proto povede k většímu a lepšímu učení studentů. Ačkoliv naše současná práce přímo neporovnává přínosy vysvětlení instruktora versus PI, výzkum [7] ve fyzice odhalil, že vysvětlování instruktorů často nedokáže přinést studentům víc než PI. Ukázalo se, že vzájemná diskuse může podpořit rozvíjení konceptuálního chápání.

1.5 Další výzkumy

Podívejme se zde na jednotlivé výzkumy, které ukazují, čeho můžeme dosáhnout při používání metody Peer Instruction nejen ve výuce fyziky.

Ze zprávy [8] o aplikaci metody PI v kurzu výuky programátorského jazyka Java na *University of California* se dozvíme o zkušenostech a nápadech, jak metodu prakticky upravit pro efektivnější využití a o výkonnosti studentů při odpovídání na konceptuální otázky. Článek reflektuje hodnotu PI jak pro studenty, tak pro instruktory.

V této části budeme vycházet ze znalostí popsanych v článku [8] a zaměříme se na to, jaký dopad na žáky měla výuka při použití PI.

Výuka probíhala dva semestry. Instruktoři nevyužili standardní model metody PI, přijali jen některé aspekty PI:

- Před každou hodinou bylo studentům zadáno čtení z učebnice.
- Z důvodu vyšší časové náročnosti na přípravu nebylo použito vyplňování kvízů před začátkem hodiny, které normálně slouží nejen k povzbuzení studentů k dokončení četby, ale i vyzkoušení se ze svých znalostí.
- Nebyly využity „mini přednášky“. Standardní výuka PI metodou má obsahovat „mini přednášku“ 10 – 15 min před souborem konceptuálních otázek. Na tomto místě dle instruktora bylo ponecháno jen čtení z učebnice.
- Byl použit typický formát PI hlasování. Studenti měli zpočátku 30 – 90 s na odpověď, následovala diskuze s jejich vrstevníky. Instruktor čekal, až přijdou ke konsensu před druhým odpovídáním.
- Diskusní skupiny nebyly předem přiděleny, ale byly vytvořeny různými způsoby (např. náhodně podle toho, jak si na začátku hodiny studenti sedli do lavic).
- Výsledek prvního hlasování nebyl pro studenty vždy skrytý před vstupem do diskuze. Zdálo se, že to podporuje zájem, ale mohlo to podporovat hlasování pro nejoblíbenější odpověď.
- Po diskusi byla na snímku uvedena správná odpověď.
- Studenti byli požádáni, aby poskytli vlastními slovy rozumná vysvětlení, proč byly špatné odpovědi nesprávné (kromě vysvětlení správné odpovědi).
- Učitel opakovaně prezentoval studentům zdůvodnění a výsledky výzkumu z fyziky, které ukazují výhody modelu PI pro učení.

Následně v článku o výzkumu popisují, jakým způsobem vytvářeli konceptuální otázky, které museli vytvořit, neboť neexistovala žádná zásoba otázek na téma, které vyučovali.

Otázky vymýšleli s předpokladem, že studenti vždy nastudovali zadanou část textu z učebnice. Navazovali tedy na danou pasáž. Instruktoři počítali i s variantou, že některé oblasti studované látky zůstaly nepochopeny. Pak vybrali tu část, která podle předchozích zkušeností dokazovala, že by ji studenti nemuseli důkladně pochopit, nebo po které se často vyskytují chyby v běžném používání. Poté byla navrhnutá otázka, která by mohla tento problém odhalit. Vytvořili 3 – 4 odpovědi, které by byly správné vzhledem ke konkrétní miskoncepci.

Průměrný počet otázek v každé vyučovací hodině, která trvala 80 min, byl v prvním semestru 4,1 a v druhém 4,4.

Instruktor musel vždy ze začátku kurzu (asi první dvě hodiny) pobízet studenty, aby diskutovali. Nebyli zvyklí mluvit. Zvláště mu záleželo na tom, aby dokázali vysvětlit, proč si myslí, že správná odpověď je správná a proč jsou špatné odpovědi špatné. Doufal, že když si studenti uvědomí tuto skutečnost, pomůže jim to při programování nebo aspoň při zkoušce a upevní si místa, ve kterých si nejsou jistí.

Množství času stráveného u každé otázky se lišilo. Obecně asi 30 – 60 s trvalo hlasování, čas diskuze se lišil. To bylo kolem 3 – 5 min. Při diskusi instruktor poslouchal a nabízel odpovědi na případné otázky. Závěrečné hlasování bylo většinou rychlejší (asi 20 s). Studenti vždy chtěli vidět výsledek závěrečného hlasování. Na konci učitel vždy označil správnou odpověď a často se dotazoval na „populární špatnou odpověď“. Požádal pak jednoho studenta, aby zdůvodnil, proč právě tato možnost byla tak lákavá.

Jak studenti reagovali na otázky? Zlepšili se v hlasování „po diskuzi“? Ve zprávě [8] autoři píší, že instruktor neměl žádné pevně stanovené cíle. Ale přesto zjistili, že zlepšení v odpovědích je největší, když je počáteční procento správných odpovědí okolo 50 %.

Ve dvou semestrech prováděli PI konzistentně s průměrnou správností 47 % a 44 % v počátečním hlasování a po „diskuzním hlasování“ 68 % a 63 %.

Co se týká zlepšování studentů, objevili, že asi jen 20 % studentů se zlepšovalo díky vzájemné diskuzi, přičemž neřešili studenty, kteří odpověděli dvakrát správně. Jejich procenta o zlepšování se studentů nesouhlasí s procenty, které uvádí Mazur. Zatím nepřišli na to, proč tomu tak je.

Zpětná vazba od studentů říká, že 78 – 87 % z nich souhlasí s tím, že pro jejich učení bylo PI cenné.

I když si původně autoři výzkumu mysleli, že učebna je neuvěřitelně animovaná a podřízená instruktorovi, zjistili od studentů, že 9 – 17 % z nich málokdy diskutovalo a jen 30 – 33 % diskutovalo aktivně, zatímco zbytek nedělal nic. Na základě podezření ze strany instruktora bylo zjišťováno, zda studenti ve skutečnosti přečetli učebnici před hodinou a potvrdilo se, že většinu četla pouze menšina třídy (20 – 38 %). Navíc, z lidí, kteří před výukou nečetli, asi polovina z nich byla toho názoru, že jejich rozhodnutí mělo v hodině negativní dopad na jejich schopnost učit se. Tyto výsledky se promítají do **navrhovaných vylepšení** popisovaných ke konci článku.

Na základě průzkumu mezi studenty vyšlo najevo, že PI přispívá k jejich lepšímu vzdělávání. Studenti však nebyli jediní, kdo cítili, že se více naučili pomocí PI. Zde je shrnuto, co instruktor vnímal při používání PI:

- *Příprava otázek:* Může být velmi cenné přezkoumat učebnici a dívat se na ni kritickým okem. Je dobré přemýšlet nad tím, jak by student četl a co by pravděpodobně nechápal. Použití možné miskoncepce může být jak frustrující, tak velmi poučné pro žáky.
- *V hodině:* Bylo snadné zjistit, kolik času se má strávit diskuzí o odpovědích tím, že se podíváte na správnost hlasů. Někdy byl instruktor překvapen jak dobře, nebo jak špatně studenti odpovídali na konkrétní otázky.
- *Zapojení studentů do diskuse po skončení hlasování:* Vzhledem k tomu, že studenti hlasovali individuálně a často nesprávně, je velmi jednoduché se zeptat na „populární špatné odpovědi“ a donutit je podělit se o vlastní vysvětlení mylných představ.
- *Po hodině:* Bylo velmi lehké vytvořit náročné otázky ke zkoušce hledáním otázek s nízkou mírou správnosti hlasování.

Ve zprávě [8] o zkušenostech je nabídnuto několik doporučení pro aplikování PI:

- *Podpora studentské diskuse:* Na začátku diskuse řekněte: „Diskutujte s těmi kolem vás. Vysvětlete, proč je správná odpověď správná, uveďte důvody, proč jsou špatné odpovědi špatné.“ **Zaměřte studenty na vyhodnocení všech odpovědí, ne jen na nalezení té správné.**
- *Zapojení studentů do procesu:* Je důležité informovat studenty o vaší volbě pedagogiky a vysvětlit jim výhody jejího používání. Zobrazení grafů z výzkumných článků může být užitečné, aby studentům byly poskytnuty důkazy, že tato netradiční forma

výuky je navržena tak, aby jim pomohla prospět.

Problémy, které autoři výzkumu ve výuce při používání PI objevili a připojené návrhy na zlepšení:

- *Čtení učebnice:* Zavést do praxe navrhovanou praxi jednoduchých čtecích kvízů jako nutnost pro získání zápočtu (online, před vyučováním), aby studenti měli podnět ke čtení učebnice před vyučováním.
- *Zobrazení hlasování:* Není dobré zobrazovat výsledky prvního hlasování, aby se studenti nezaměřovali na přechod na tu nejoblíbenější odpověď, ale spíše na vyhodnocování všech.
- *Zlepšit otázky:* Přezkoumat a případně upravit otázky s nízkou počáteční správností hlasování, zejména pokud mají „nízký normalizovaný zisk“ (tedy nárůst počtu studentů, kteří po diskuzi zvolili správnou odpověď).
- *Zlepšení diskuse studentů:* Namísto toho, aby studenti měli možnost vlastního výběru diskuzních skupin, budou jim skupiny přiděleny. Bude tím ušetřen čas.

Model PI již na této univerzitě ve výuce programovacího jazyka Java není používán. Tato zkušenostní zpráva [8] popisuje proces a výsledky používání Peer Instruction ve dvou úvodních počítačových kurzech. Autor vyvinul řadu rozmanitých, náročných otázek s možností výběru na základě obtížnosti a mylných představ, které by studenti mohli získávat při čtení učebnice. Čtenáři ocení další důkazy o pozitivním dopadu PI na učení studentů.

Počáteční správnost studentů v odpovědích se pohybovala od 15 % do 86 % s průměrem 44–47 %. Průměrná správnost po diskusi byla 63 – 68 % s normalizovaným ziskem 35 – 41 %. Studenti byli vůči PI obecně velmi pozitivní. Asi 78 – 87 % zpráv označuje výuku jako přínosnou pro jejich vzdělávání.

Instruktor zdůrazňuje důležitost toho, že je schopen po položení otázek snadno posoudit hloubku studentova vysvětlení, tedy dokáže odhadnout, jestli by studenti zvládli zkouškové klíčové otázky.

Dalším výzkumem [6], který uvádíme, je článek samotného **Erica Mazura** (tvůrce metody PI) popisující cenné zkušenosti s metodou. Autor zde prezentuje výsledky deseti let výuky dvou úvodních kurzů fyziky na *Harvard University* metodou **Peer Instruction**.

Výsledky naznačují, že si studenti při této metodě osvojili jak koncepční uvažování, tak kvantitativní řešení problémů.

Ukazuje se, že v posledních letech si fyzici a učitelé fyziky uvědomili, že mnoho studentů se z tradičních přednášek naučí jen velmi málo. Několik badatelů pečlivě zdokumentovalo chápání různých témat studentů fyziky vysokých škol a dospělo k závěru, že tradičně vyučované kurzy málo přispívají k jeho zlepšení. Zjistili, že nejúčinnější jsou při komplexním uvažování. Například je důležité se aktivně zapojit částečně i v tvorbě studijních materiálů, které mají ke studiu.

Na tomto místě bychom chtěli především předvést data, která výzkum [6] předkládá, jež ukazují neustálé zlepšování porozumění studentů díky vylepšování materiálů a jejich aplikování.

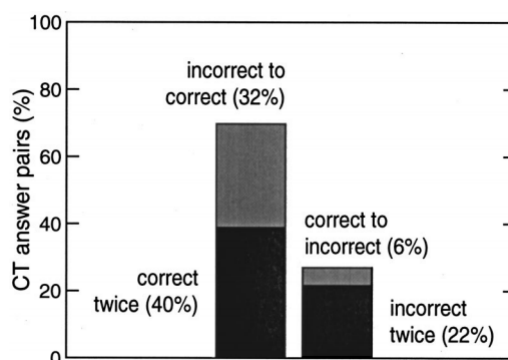
Během sedmi let shromažďování výsledků z kurzu bylo zapojeno pět různých instruktorů, z nichž každý používal Peer Instruction vlastním stylem. Všichni, kromě jednoho

z instruktorů, měli rozsáhlé předchozí zkušenosti s tradičním vyučováním. Uvedené výsledky nezávisí na jednom konkrétním instruktorovi.

V letech 1993-1997 spolu s dalšími vylepšeními kurzu vzrůstá normalizovaný zisk (tedy nárůst počtu studentů, kteří po diskuzi zvolili správnou odpověď). V letech 1998 a 2000 jsou vysoké normalizované zisky v kurzech s PI, zatímco stejný kurz vyučovaný tradičně v roce 1999 jiným instruktorem produkoval mnohem nižší, i když stále úctyhodný, průměrný normalizovaný zisk.

Z testů na konci semestru bylo zjištěno, že **lepší úspěšnost** měli studenti PI než studenti z tradičního vzdělávání. Všechna opatření ukazují, že kvantitativní dovednosti studentů PI v oblasti řešení problémů jsou srovnatelné nebo lepší než dovednosti dosažené s tradiční výukou.

Reakce studentů na KoncepTesty samy o sobě poskytují další pohled na učení studentů. Během celého semestru byly analyzovány odpovědi studentů na všechny KoncepTesty a bylo zjištěno, že po diskuzi se počet studentů, kteří správně odpoví na KoncepTesty, podstatně zvýší, pokud je počáteční procento správných odpovědí na KoncepTest mezi 35 % a 70 %. Bylo objeveno, že zlepšení studentů v odpovídání je největší, když počáteční procento správných odpovědí je kolem 50 %. Drtivá většina studentů, kteří své odpovědi upravují během diskuse, navíc mění z nesprávné na správnou odpověď.



Obrázek 1.4: Odpovědi na všechny KoncepTesty, kategorizované podle popisu v textu. (podzim 1997) [6]

Obrázek 1.4 ukazuje, jak studenti mění své odpovědi při diskuzi ve všech KoncepTestech použitých během podzimního semestru 1997. Odpovědi jsou označeny jako:

- správné před diskuzí i po ní: „dvakrát správné“
- nesprávné před diskuzí a správné po ní: „nesprávné opravené“
- správné před diskuzí a nesprávné po ní: „opravené na nesprávné“
- nesprávné před diskuzí i po ní: „nesprávné dvakrát“.

Téměř polovina správných odpovědí byla přijata až po diskuzi a pouze 6 % studentů se během diskuse rozhodlo změnit ze správných odpovědí na nesprávné.

Eric Mazur zkoumal také míru, s jakou jednotliví studenti před diskuzí volí správnou odpověď. Zjistil, že žádný student nezvolil správnou odpověď při více než 80 % kon-

ceptuálních otázek před diskuzí. To ukazuje, že i ti nejchytřejší studenti jsou zaskočeni konceptuálními otázkami a poučí se z nich.

Dalším testováním studentů na konci semestru v článku [6] pomocí konceptuálních otázek s volnou odpovědí bylo odhaleno, že studenti, kteří odpověděli na test správně, dokážou tuto odpověď i správně vysvětlit. Otázky vyžadovaly, aby studenti zobecnili myšlenky, které se naučili.

Studie primárně ukazuje, že studenti rozvíjejí a zachovávají si skutečný význam pojmů, které před diskuzí neznali.

Peer Instruction vyžaduje, aby studenti byli významně aktivněji zapojeni a nezávislí v učení na rozdíl od konvenční přednášky. Je běžné, že někteří nebo mnozí studenti jsou zpočátku k této formě výuky skeptičtí. V důsledku toho je nezbytná řádná motivace studentů a nastavení správného tónu ve třídě už od začátku (včetně vysvětlení důvodů výuky způsobem PI).

Eric Mazur v článku [6] popisuje, že studenti se potřebují s metodou nějaký čas nejprve sžít, aby se vůbec mohli v probírané látce zlepšovat. Proto je na instruktorovi, aby vše zvládl dobře zkorigovat.

Písemné komentáře k hodnocení ukázaly, že většina studentů ocenila v kurzu interaktivní přístup.

Zjistili, že po prvním zavedení Peer Instruction se výkon studentů v tradičních kvantitativních příkladech i jejich skóre v testech [Force Concept Inventory](#) a [Mechanics Baseline Test](#) dramaticky zlepšilo. 1.5

Year	Method	FCI pre	FCI post	Absolute gain (post-pre)	Normalized gain (g)	MBT	MBT quant. questions	N
Calculus-based								
1990	Traditional	(70%)	78%	8%	0.25	66%	62%	121
1991	PI	71%	85%	14%	0.49	72%	66%	177
1993	PI	70%	86%	16%	0.55	71%	68%	158
1994	PI	70%	88%	18%	0.59	76%	73%	216
1995	PI	67%	88%	21%	0.64	76%	71%	181
1996	PI	67%	89%	22%	0.68	74%	66%	153
1997	PI	67%	92%	25%	0.74	79%	73%	117
Algebra-based								
1998	PI	50%	83%	33%	0.65	68%	59%	246
1999	Traditional	(48%)	69%	21%	0.40	129
2000	PI	47%	80%	33%	0.63	66%	69%	126

Obrázek 1.5: Výzkum efektivity metody Peer Instruction [6]

V tabulce jsou zaznamenány výsledky testů **FCI** a **MBT** z let 1990-2000 pro tradiční výuku a metodu Peer Instruction. (*Calculus-based*, *algebra-based* – úvodní kurzy fyziky, liší se ve složitosti používaného matematického aparátu; **FCI** – testování studentů pomocí testu Force Concept Inventory, *pre* – hodnoty získané při první hodině kurzu; pro roky 1990 (70 %) a 1999 (48 %) je hodnota průměrná z *pre* testů z ostatních let, *post* – je výsledek testu po dvou měsících výuky na konci studovaného semestru; *Absolute gain* – celkový zisk, rozdíl mezi výsledky z *pre* a *post* testu; *Normalized gain* – normalizovaný zisk, podrobněji v [6]; **MBT** – Mechanics Baseline Test, test porozumění základním pojmům, výsledky testu z konce semestru; **N** – počty studentů testovaných v jednotlivých letech.) [5]

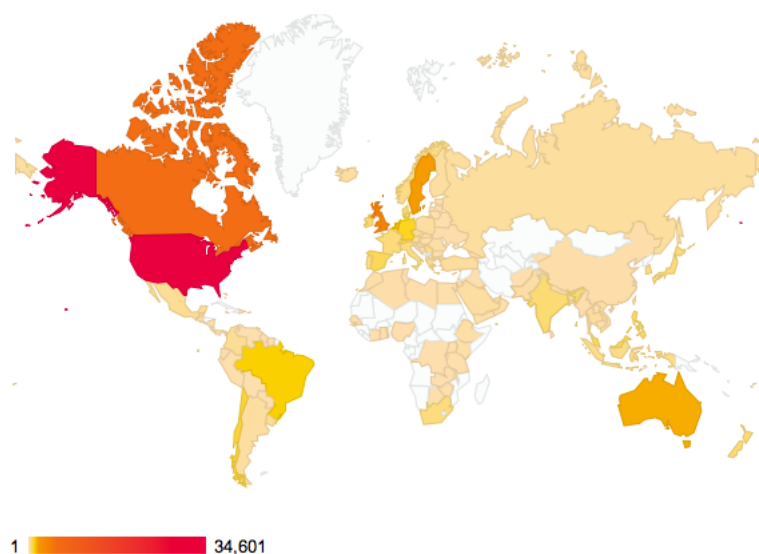
Další srovnávání studentů naleznete například v článku [10].

1.6 Situace ve světě

Způsob výuky podle Peer Instruction byl úspěšně přijat stovkami instruktorů v jiných institucích po celém světě. Jedním z důvodů tohoto širokého přijetí je snadná adaptace PI na místní podmínky. Výběr otázek, množství času věnovaného každé otázce, množství přednášek a počet otázek v hodině může a měl by být přizpůsoben tak, aby co nejlépe vyhovoval konkrétnímu kontextu a stylu výuky. [6]

Pracovní skupina kolem Erica Mazura pod vedením Julie Schell vytvořila oficiální blog, který se roku 2012 začal plnit články o metodě Peer Instruction. Najdeme zde články na téma jak začít pracovat s PI, zda je vhodné používat metodu na střední škole, jak organizovat čas při práci s ní, jak se osvědčilo používání PI v různých vyučovacích předmětech, zda je metoda vhodná i pro malé třídní skupiny a další. Stránka je přehledně členěna do jednotlivých článků, témata jsou volena tak, aby učitelům co nejvíce usnadnila práci. U každého článku je prostor pro diskusi zaregistrovaných uživatelů blogu. Nové články se na stránkách objevují přibližně dvakrát do měsíce. Blog je dostupný bez registrace na stránkách [11]. [9]

Fanoušci PI zde mohou sdílet své názory, zkušenosti a nápady. Sledovat novinky mohou pak i na [Facebooku](#) a [Twitteru](#).



Obrázek 1.6: Mapa navštěvovanosti webu [11]

1.7 Situace v ČR

V březnu 2018 jsme jeli sbírat zkušenosti za paní **RNDr. Zdeňkou Koupilovou, Ph.D.** do Prahy na Univerzitu Karlovu.

Paní doktorka Koupilová začala vyučovat s metodou PI na podzim v roce 2013 akreditovaný předmět *Termodynamika* pro 3. ročník vysokoškolského bakalářského studia fyziky

zaměřeného pro budoucí učitele. Vše bylo zakotveno v anotaci předmětu, žáci dopředu věděli, že to bude integrovanou formou výuky, tedy metodou Peer Instruction.

Nyní paní doktorka vyučuje touto metodou budoucí středoškolské učitele Kvantovou fyziku. Jelikož není vhodná učebnice, píše si svá skripta sama. Využívá k tomu platformu [Perusall](#), kde je možné skripta komentovat, navzájem si odpovídat a diskutovat nad učivem, **komentovat otázky** v textu a zároveň studenti mohou opravovat její rukopis. [13]

Za dobrovolné odpovídání na otázky za nastudovaným textem mohou studenti získat body k písemce. **JiTT** má metakognitivní vlastnost. Je důležité, aby bodování studentů probíhalo ne za správnost odpovědí nebo jejich délku, ale za to, jakou použijí argumentaci. Studenti se tím učí formulovat a konstruktivně přemýšlet nad daným problémem.

Paní doktorka každý týden před hodinou komentuje jejich odpovědi s cílem „popíchnout“ studenta, aniž by mu hned odtajnila celé řešení.

Při samotné výuce nedělí zvlášť přednášky a cvičení, ale vše různě kombinuje a buduje tak jejich představu. Nejprve potřebuje vybudovat konceptuální stránku věci a až pak ji aplikovat (například se zabývat rovnicemi).

Kombinuje skupinovou výuku s PI, s diskuzemi a s modelem *Flipped Classroom*. Uplatňuje představu, že definici si studenti mohou přečíst sami doma v knížce. Otázky v hodinách nejsou jen konceptuální, ale jsou mnohdy zvoleny krátké příklady na procvičování.

Podle paní doktorky by měl být cíl studenta udělat chybu ve škole při výuce, ale nedělat je u zkoušky. Studenti a i někteří učitelé by si měli uvědomit, že ve škole je chyba něco, co je žádoucí. [13], [19]

V knize [19] se dočteme, jak velkou roli hraje stres studentů ve škole. Některé lidi může možnost, že udělají chybu, zablokovat a mohou se cítit ohroženě.

Ale ta možnost tu je a právě z tohoto metoda PI těží. Proto je velmi důležité na začátku semestru dobře vysvětlit, proč je zvolena tato forma výuky a čeho můžeme jejím používáním dosáhnout. Je tedy samozřejmé, že metoda někomu „nesedne“. To je pak nutné řešit individuálně. [13]

Aby metoda dobře fungovala, je zásadní si rozmyslet, jakým způsobem se budou studenti rozdělovat do diskuzních skupin. Dle názoru paní doktorky není od věci nechat je si vylosovat přiřazení do skupiny. Za klíčové považuje, aby studenti neseděli ve skupinkách podle sebe, protože se to pak odráží v diskuzích. Nebaví se pak o zadané problematice, ale vedou soukromé debaty.

Diskuze je taktéž téměř nulová, pokud studenti sedí v řadách. Nemohou se totiž operativně přesunovat ke svým dalším spolužákům. Ze své zkušenosti raději dvakrát přerovná velkou posluchárnu každý týden. [13]

Nevýhody PI jsou logické. Je to především velká časová náročnost pro lektora. Pokud chce být učitel pečlivý a chystat hodiny studentům „na míru“, musí počítat s velkým množstvím času, který připravě výuky obětuje.

Naštěstí po deseti letech instruktor nasbírání tolik zkušeností, že se prakticky téměř nemusí na hodiny chystat. [13]

Aby byl vyučující na hodině „více přítomný“ (byl více mezi studenty a mohl je pozorovat), potřebuje dostatek energie. Další nevýhodou je tedy velká energetická náročnost. Pro čtyřhodinové přednášky se hodí mít alespoň jednoho asistenta.

Pak se výuka taky projeví v studentových zápisech z hodin. Informace nejsou uspořádané tak jak jsou zvyklí z frontální výuky, kde ale studenti mnohdy bezduše opisují z tabule. [13]

Na druhou stranu ale musíme uvést, že každý vyučující je jiný a má to v sobě jinak nastavené. Tedy nemůžeme vyžadovat po každém, aby učil podle PI. Existují odborníci i na frontální výuku, kteří jsou dostatečně citliví ke svým studentům. V každém případě musí být učitel pánem své třídy. [20]

Pro učitele je nejvýhodnější, když zná své studenty, ví, jak přemýšlí, když tzv. dokáže „vidět do hlav studentů“. [13]

Měli jsme to štěstí, že jsme mohli navštívit jedno cvičení doktorky Koupilové, kde se probírala kvantová mechanika metodou PI. K tomuto semináři patří ještě klasická přednáška.

Využili jsme situace a promluvili si se studenty učitelství fyziky a zeptali jsme se na jejich názor na již zmíněnou metodu.

Nejprve uvádíme negativa:

- *Metoda PI má nevýhody v tom, že nemáme souvislé zápisky v sešitech. Nemůže vyhovovat všem, zvláště těm, co mají rádi systematiku v zápisech.*
- *Musím v hodině neustále dávat pozor, nemůžu „vypnout“.*
- *Myslím si, že to musí být pro učitele velmi časově náročné.*
- *Vadí mi, že se jakoby „odhaluji“ před spolužáky. Všichni vidí, jak odpovídám. Ale je pravda, že postupem času si na to každý zvykne a už to ani nevnímáte.*
- *Úskalí metody může být, že v diskuzi mě spolužák třeba přesvědčí a zvolím špatnou odpověď, i když jsem před tím odpovídal dobře.*

Reakce studentů byly ale celkově pozitivní.

- *Sice jsem říkal, že je metoda časově náročná pro instruktora, ale velkou výhodou je, že může přímo reagovat na své studenty (v části JiTT) a pak volit obtížnost hodiny podle úrovně studentů.*
- *Získám jiný pohled na probíranou látku od svých spolužáků.*
- *Občas je pozitivní si uvědomit, že jsme na tom všichni podobně, že nejsem sám, kdo tomu nerozumí.*

- *Učivo mám tzv. „víc pod kůží“. Víc mě zajímá, rád si dohledávám další informace.*
- *Velmi záleží na tom, co si doma přečtu a jak se na cvičení připravím. Pokud jsou všichni dobře nachystaní na hodinu, můžeme toho více stihnout.*
- *Rozhodně mi pomáhá, že sem chodím.*
- *Myslím, že osobnost učitele hraje velkou roli v tomto přístupu vyučování.*

Jelikož to byli budoucí středoškolští učitelé, zajímalo nás, jestli by takto jednou chtěli učit.

Z jejich odpovědí jsme pochopili, že by takto učit nechtěli. Hlavním důvodem byla časová náročnost pro učitele, ale také to, že žáci na středních školách nemají zájem se učit. To by podle dotazovaných studentů zhoršovalo vzájemnou spolupráci, která je pro PI nutná.

Studenti říkali, že by nešlo učit způsobem PI pořád, ale hodiny by se mohly střídát s normální výukou. Navrhli, že by se konceptuální otázky občas mohly použít pro zvětšení motivace, pro „zapálení“ žáků, aby byli donuceni přemýšlet.

Při hodině, které jsme se zúčastnili, se stihlo za sto minut asi 5 „slajdů“ prezentace s KoncepTesty, které neměly vždy jen jednu správnou odpověď. Diskuze probíhala ve čtyřčlenných skupinkách, do kterých je paní doktorka na začátku hodiny rozsadila. Bylo hezké pozorovat, že když někdo chyběl, dokázali se sami doučit a navzájem si probíranou látku vysvětlit.

Během diskuze vyučující chodila do skupin, poslouchala argumentaci studentů a případně pokládala doplňující otázky. Tato část mohla být pro studenty nepříjemná, ale myslíme si, že velmi záleží na nastavení vztahu mezi učitelem a žákem. Ve třídě si všichni tykali.

Na konci každého druhého hlasování se řekla správná odpověď, paní doktorka ji vysvětlila a nikdy se nezapomněla zeptat na další věci, které z odpovědi vyplývaly. Když studenti něčemu nerozuměli, neměli problém se zeptat.

V březnu 2018 jsme se zeptali na názor také paní **Mgr. Jany Šestákové**, která se metodou PI zabývala ve své rigorózní práci, navštívila Erica Mazura, zúčastnila se jeho výuky a pracovala na výzkumu o výuce fyziky metodou PI na středních školách. (Více informací viz [17].)

Paní Šestáková je přesvědčená, že učit podle PI má smysl. Žáci se aktivně se zapojují do hodiny, z hodiny si určitě více odnesou, než když celou hodinu sedí a jen poslouchají. [12]

Ve svém výzkumu [17] chtěla zmapovat pozitiva této metody a předat je českým učitelům. Věnovala se organizaci výuky a praktické stránce PI (jako například: kolik se dá zvládnout otázek za hodinu výuky, jaký zvolit hlasovací systém, jaké skupiny studentů jsou nejvhodnější, uspořádání třídy, aj.). Celkově prozkoušela metodu a její efektivitu.

Paní Šestáková zjistila, že je velmi důležité dobře vysvětlit studentům, o co v metodě jde, na čem je založená a k čemu slouží. Žáci potřebují ujistit, že se nehodnotí správnost odpovědí, ale naopak záleží na jejich argumentaci a fyzikální podstatě vlastního přesvědčení o dané odpovědi.

Z technického hlediska je lepší, když se metoda provádí s menším počtem studentů, například v půlené třídě. Jedna malá přednáška obsahující vysvětlení nové látky a navazující jedna konceptuální otázka zabere asi patnáct minut. Reálná možná míra použití metody PI na střední škole je asi jedenkrát za měsíc. Přičemž vhodným momentem pro zasazení PI do výuky je jak hned po vysvětlení nové látky nebo při opakování. Co se týká hlasovacího systému, paní Šestáková doporučuje kartičky s písmeny, které studenti zvedají nad hlavu, na místo elektronického zařízení. Učitel potřebuje řešit aktuální situaci ve třídě a ne dlouhodobé statistiky. [17]

Ačkoliv je paní Šestáková nyní na mateřské dovolené, sama PI občas použije i ve své výuce na ZŠ.

V neposlední řadě zmiňujeme využití PI na Přírodovědecké fakultě Masarykovy Univerzity v Brně. Pan **doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.** a paní **Mgr. Jana Jurmanová, Ph.D.** se rozhodli tímto způsobem vést předmět *Fyzika pro chemiky I*, který probíhá od roku 2015.

Jde o zkrácenou verzi metody, není zahrnuta část JiTT. Studenti mají standardní vysokoškolskou přednášku s navazujícím seminářem, ve kterém odpovídají hlasováním na konceptuální otázky.

Pan docent Bochníček se o metodě PI dozvěděl od paní **Mgr. Jany Šestákové** na **Veletrhu nápadů učitelů fyziky**. [15] Důvodem zavedení PI je snaha přinést studentům větší fyzikální porozumění a naučit je fyzikálně myslet.

Při hodinách je aplikován hlasovací systém **Qumo** v kombinaci s hlasovacími kartičkami. Pro rychlou reakci učitele jsou kartičky výhodnější. [14]

Podle zpětných vazeb od studentů jsou studenti s výukou spokojeni a metodu si chválí.

Jako nevýhodu paní doktorka uvádí, že se nepropočítá dostatek příkladů. Může se také najít skupina, která není tolik komunikativní a těžko se pak diskutuje. Většinou se to ale během semestru zlepší.

Podle paní doktorky Jurmanové výhodou je, že hlasování je částečně anonymní, kdy studenti mohou pronést svůj názor, přičemž je pouze určitá pravděpodobnost, že budou dotázáni. Navíc se studenti mohou zeptat svých spolužáků, aniž by potřebovali větší dávku odvahy, která je ale nutná při dotazování učitele. Metoda PI je výborná také na rušení miskoncepce a doplňování mezer ze středních škol. [14]

Dle výsledků v testech a zájmu studentů o další navazující předměty se panu docentovi Bochníčkovu a paní doktorce Jurmanové celkem daří rozšiřovat fyzikální myšlení u studentů.

1.8 Osobní zkušenost

Autorka této diplomové práce si metodu PI vyzkoušela v roli instruktora na „vlastní kůži“.

V rámci předmětu *Pedagogická praxe z fyziky* na Přírodovědecké fakultě MU měla příležitost vyučovat na Střední průmyslové škole chemické v Brně souvisle jednu třídu po dobu asi dvou měsíců. Jednalo se o druhý ročník SŠ. Jelikož praxe probíhala v jarním semestru 2018, bavíme se tedy o výuce magnetismu a elektromagnetismu.

Nejprve bychom uvedli, že autorka není zkušená učitelka, že vyučovat zatím neumí a je možná absurdní, aby ještě k tomu měla posuzovat specifickou vyučovací metodu.

I přesto uvádíme její dojmy a zkušenosti, které během praxe nabyly.

Byla jsem překvapená, že se hned na začátku všichni žáci aktivně zapojovali do hlasování a diskuze. Bohužel postupem času (asi ve čtvrté hodině) žáci zjistili, že to není pro ně až tak komfortní. Uvědomili si, že při odpovídání se musí opravdu každý zapojit, neboť v roli učitelky uvidím, kdo ještě nad otázkou přemýšlí nebo aspoň vypadá, že přemýšlí.

*To mě tedy přesvědčilo, že PI nelze aplikovat na SŠ v plném rozsahu. Souhlasím tedy s výzkumem paní **Mgr. Jany Šestákové** [17], že míra použití PI je asi jedenkrát či dvakrát do měsíce a to maximálně 2-3 KoncepTesty za jednu vyučovací hodinu. Navíc o JiTT na SŠ uvažovat nemůžeme. Proto jsem metodou navazovala hned na probranou novou látku nebo jsem ji použila v rámci opakování, stejně jako jsem zpracovala hodiny v druhé kapitole této práce. (Viz 2.2)*

Možná je vhodné dodat, že ta škola je primárně chemická a žáci fyziku moc v lásce nemají. Mají tedy dojem, že ji moc potřebovat nebudou.

Viděla jsem, že pro žáky platí fakt, že když něco nového a zajímavého opakujete po několikáté, pro některé to přestane být zajímavé.

Připojujeme reakce žáků na PI z dotazníku, který autorka dala žákům na konci praxe. Odpovědi byly převážně pozitivní.

- *V prezentacích se hlasuje občas na otázky, které jsme ještě nebrali. Jinak dobrý.*
- *Hlasování bylo fajn, ale moc jsem z něj nepochopila. Ale bylo určitě zajímavější než psaní do sešitu.*
- *Naučil jsem se hodně, prezentace byly „boží“ a procvičil jsem si to.*
- *Výuka probíhala dobře, z hodin jsem si pamatovala docela hodně. Prezentace s kartičkami byly ze začátku skvělý nápad, ale hrát to každou hodinu mě už moc nebavilo.*
- *Interaktivní prezentace s hlasováním byly při nejmenším velmi zajímavé a osobně si myslím, že přispěly k lepšímu pochopení látky.*
- *Asi mi tento způsob výuky moc nesesedl, možná kvůli tomu, že jsem až moc zvyklý na jiný a tak jsem v tom měl celkem velký zmatek.*
- *Hodiny byly v pohodě. Díky prezentacím si učivo více pamatuju.*

Na závěr bych chtěla říci, že jsem stále přesvědčená, že Peer Instruction má smysl a svoje místo ve školství. Může se použít jak pro zaujetí nebo aktivizaci žáků, tak pro opakování a prozkoušení nabytých znalostí. Myslím, že PI by mohlo mít opravdu dobrý úspěch v hodinách fyzikálního semináře s žáky, kteří si fyziku dobrovolně vybrali.

Kapitola 2

Hodiny fyziky metodou Peer Instruction

2.1 Úvod

Větší část této diplomové práce tvoří zpracované jednotlivé hodiny fyziky, které na sebe navazují, metodou Peer Instruction (dále PI). Cílem této části má být jakási sbírka konceptuálních otázek, které bude možné využít ve výuce. Tedy není to návod nebo nějaký postup, jak učit touto metodou. Hlavním úmyslem je spíš nabídnout možnost výběru otázek do hodin k určité tématice.

Vybrali jsme si téma elektřina. Téma je někdy považováno za méně oblíbené, a proto se pokusíme PI použít i k jeho popularizaci. Navíc tato látka je stále dost praktická k mnohým ukázkám a vysvětlením jednotlivých problémů.

Oblast elektřiny se na středních školách podle RVP (rámcově vzdělávacího programu) vyučuje ve třetím ročníku čtyřletého vzdělávacího programu. [18, Varianta P]

Hodiny jsou sestaveny podle přehledu na webové stránce RVP [18, Varianta P]. Rozhodli jsme se zvolit optimální formu, tedy nejvíce používanou hodinovou dotaci na školách.

Každá hodina se skládá z několika částí. Počítáme s časem pro příchod učitele a zapsání do třídní knihy. Pokud jde o první hodinu daného tématu, prvním blokem je představení a vysvětlování nové látky. Samozřejmě záleží na vkusu každého učitele, jakým způsobem to uvede. Metoda Peer Instruction je založena na vyvozování z již nabytých informací, proto doporučujeme budování znalostí pomocí otázek od učitele vedoucích k zamyšlení či k diskuzi. Velmi užitečné je taky naučit žáky, aby se nebáli položit jakoukoli otázku, jestliže se to týká fyziky.

V první hodině je důležité si nechat čas na vysvětlení metody. Za velmi důležité považujeme, aby žáci pochopili, že nejde o hodnocení správnosti odpovědí, ale že si učitel bude všimnout míry jejich aktivity a ochoty zapojit se do diskuze. Metoda PI nerozvíjí jen odborné znalosti žáků, ale zlepšuje i schopnost argumentovat a vyjadřovat svůj vlastní názor, umění vysvětlovat, racionálně usuzovat a věřit svému uvážení. Pokud by toto žáci nepřijali, mohlo by to metodě uškodit například v kopírování odpovědí od spolužáků a ztrácela by svůj smysl. [16]

Druhým blokem první hodiny by byla **samotná metoda PI**, čímž myslíme pokládání konceptuálních otázek žákům, hlasování o správné odpovědi, následná potenciální diskuze mezi žáky, případně druhé hlasování a dobré vysvětlení správné odpovědi. Daný problém

může nakonec shrnout a slovně okomentovat jak učitel, tak i žák, nebo může pomoci vhodný experiment, video nebo praktická ukázka.

Podle zkušeností z osobní praxe autorky a výzkumu [17, str.11], tato část (proces jedné konceptuální otázky) zabere asi 10–15 min. Proto v jedné vyučovací hodině na střední škole nelze pořádně stihnout více než 3 otázky i s dalšími povinnostmi učitele.

Po ukončení tohoto bloku vnímáme, že je dobré shrnout celou vyučovací hodinu, zopakovat vše důležité, co se žáci na hodině dozvěděli a co je dobré znát. A tím uzavřít jeden celek.

Navazující hodinu navrhujeme následovně. Ze začátku necháváme prostor pro krátké slovní zopakování a připomenutí obsahu a nejdůležitějších poznatků z minulé hodiny. Případně můžeme nějaké nejasnosti dovysvětlit. Hned na to bychom navázali blokem s metodou PI. Na tomto místě bychom se věnovali většímu prohloubení porozumění tématu na základě již poznaných informací. Chceme tedy navázat na to, co již žáci znají z předešlé hodiny. Pomocí konceptuálních otázek se můžeme rychle přesvědčit o reálně nabytých znalostech žáků. Postup vyučování pomocí metody PI je stejný **jako v první hodině**.

Co se týká počtu otázek, opět záleží, kolik tomu chceme věnovat času, jestli má být hodina jen opakovací zahrnující procvičování nebo jestli chceme stihnout vysvětlit ještě nějakou novou látku. Abychom zvládli dodržet plán, zvolili jsme vložit blok s vysvětlováním nové látky do každé vyučovací hodiny podle rozvrhu hodin z RVP [18, Varianta P].

Po této části hodiny navrhujeme opět možnost využití metody PI pro prohloubení nové látky. Záleží na učiteli, jakým způsobem vysvětluje. Doporučujeme podat nové informace tím způsobem, aby je žáci mohli využít k odpovídání na dané konceptuální otázky.

Tím by hodina byla téměř u konce. Opět jako poslední bod hodiny by bylo krátké shrnutí žákem či učitelem.

Zpracování hodin nepočítá s časem na zkoušení žáků, písemné práce nebo testy. Opět zdůrazňujeme, že tento díl je myšlen jako databáze konceptuálních otázek k možnému využití metody Peer Instruction na střední škole. Všechny uvedené časy jsou orientační.

Dle výzkumu [17, str. 12] není úplně vhodné vyučovat touto metodou jedno velké téma na střední škole, tedy například jednu celou kapitolu učiva fyziky. Důvodem je, že tato metoda může výrazně zpomalit výuku. Citovaný článek poukazuje na náročnost konceptuálních otázek. Pro zkušené učitele se mohou zdát otázky velmi jednoduché, ale pro žáky většinou nebývá řešení zřejmé hned na první pohled. Jak **víme**, otázky se také zaměřují na odbourávání mylných představ žáků. Proto i ty „jednoduché“ nemusí být zodpovězeny rychle.

Z tohoto důvodu autorka článku doporučuje, aby se vymezilo téma, kdy žáci již mají dostatek informací, aby mohli kompetentně odpovídat na dané otázky. Metoda PI slouží tedy také k ověření toho, zda žáci správně rozumí probírané látce. Což **je v souladu** s tím, k čemu se tato metoda používá. [1]

Proto je vhodná míra použití metody v těchto podmínkách na střední škole asi jednou za měsíc.

K tomuto názoru se přikláníme. Z naší zkušenosti vyplývá, že se žáci rádi nadchnou pro novou věc. Pokud se ale metoda opakuje více než třikrát, už se jim moc spolupracovat nechce. Metoda PI má výhodu v tom, že zaktivizuje a přinutí přemýšlet opravdu všechny žáky ve třídě, což je ale zároveň i kamenem úrazu. Ne všichni žáci totiž přistoupí na to, že musí v hodině vyvíjet větší aktivitu, než jen splňovat tu skutečnost, že jsou na hodině přítomni.

A to bohužel může ovlivnit i výsledky hlasování a průběh celé výuky touto metodou. Učitel nemá relevantní data a i při dalším hlasování nemusí dojít k úspěšnému výsledku. Je to riziko, které, jak věříme, není nemožné překonat.

Jak jsme už psali v části 1.7, podstatné je si uvědomit, že ne každému metoda PI „sedne“. Někteří lidé, v našem případě mluvíme o žácích, nedokáží odpovědět špatně. Pokud neznají jistě správnou odpověď, nezvládnou odpovědět vůbec.

Žáci a vlastně i učitelé by si měli uvědomit, že dělat chyby ve škole v hodinách je lepší, než je dělat u písemky nebo testu. [19] Chyba nebo jinak řečeno zklamání z udělané chyby může žáka zablokovat a nemusí být schopný znovu navázat spolupráci. Žáci by se neměli cítit ohroženi. Větší množství plodů metoda PI přinese, pokud to žáky zaujme a bude je to bavit. Ostatně jako u každé jiné vyučovací metody.

Vnímáme tedy, že je velmi důležité žákům dobře vysvětlit principy metody.

Co se týká praktické stránky výuky pomocí metody Peer Instruction, zmiňujeme, že je potřeba si obstarat nějaké hlasovací zařízení. Dle [17, str.12] stačí mít mazací tabulky s fixami nebo připravené kartičky s písmeny jako možné odpovědi. Pro přehlednost je lepší využít různou barevnost písmen. Existuje však i elektronické zařízení, které se dá lehce sehnat. Výběr už necháme na čtenáři.

Samozřejmě je nutné si do hodiny přinést i konceptuální otázky nejlépe ve formě prezentace. Pro zájemce nabízíme jednu již vytvořenou prezentaci s těmi otázkami, které v této kapitole představujeme. Tento dokument najdete [zde](#). Také není od věci si nachystat případné (experimentální) vysvětlení. Ale to je asi zřejmé.

Na závěr tohoto úvodu uvádíme, že KonceptTestů je 100 ks, z čehož asi třetina otázek je převzatých z různých zdrojů citovaných u každé otázky zvlášť, při čemž většinu chybných odpovědí musela autorka domyslet. Zbylé KonceptTesty jsou vytvořeny autorkou.

U jednotlivých otázek píšeme jejich obtížnost (rozsah stupnice je od 1 do 3), důvod výběru a vyznačujeme správné odpovědi. Je to pro orientaci a pro možnost širší volby učitele. Vždy si můžeme vybrat ze čtyř různých odpovědí, kde je právě jedna z nich správná. Důvodem je pospolitost a praktická stránka toho, aby se nemusely karty dokupovat či dovytvářet, kdyby některé otázky měly více možností. Některé zařazené otázky nejsou svou podstatou úplně konceptuální, zahrnuli jsme i krátké početní příklady, které ale vnímáme jako vhodné z pamětné procvičení vztahů mezi fyzikálními veličinami.

Většina obrázků je vytvořena v matematickém programu [GeoGebra](#), který je volně dostupný.

2.2 Elektrostatika

1. hodina

Téma: Elektrický náboj, Coulombův zákon

20–25 min

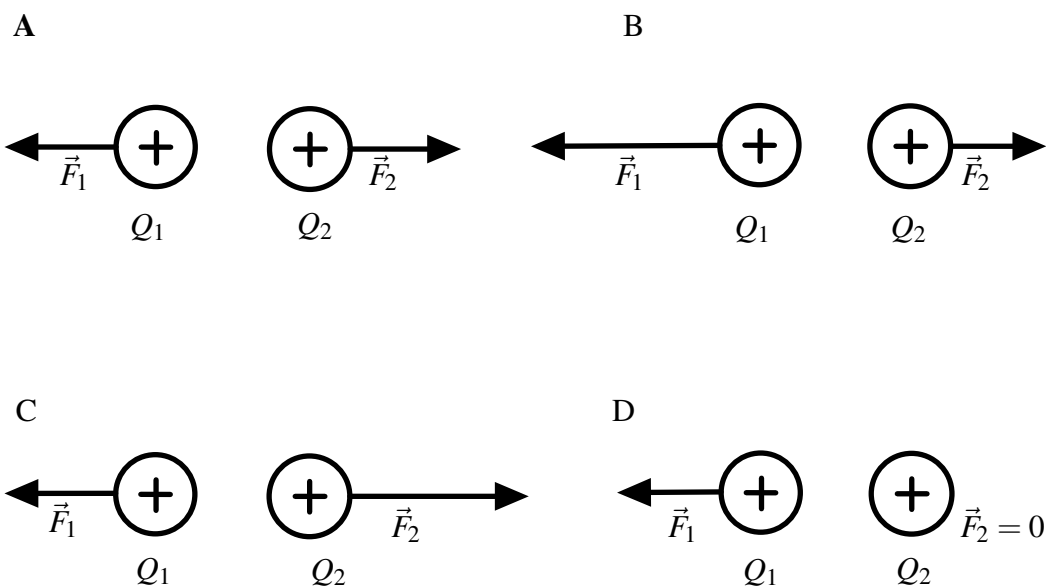
Zavedení pojmů:

- elektrický náboj jako fyzikální veličina
- bodový náboj, vlastnosti interakce
- elementární náboje, hodnoty
- zákon zachování elektrického náboje
- měření sil vzájemného působení, Coulombův zákon

15–20 min

PI (+ vysvětlení „o co jde“)

1. Mějme dva kladné náboje Q_1 a Q_2 , kde $Q_2 = 2Q_1$. Urči, jaké jsou síly, kterými na sebe působí tyto dva kladné náboje.

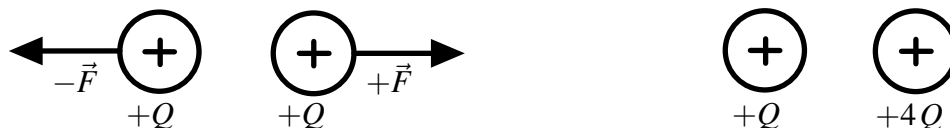


(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena, aby žáci ukázali, jestli rozumí využití třetího Newtonova zákona a Coulombova zákona. [21, str. 151]

Obtížnost otázky: 1

2. Mějme dvě malé kuličky, které nesou každá kladný náboj $+Q$ a působí na sebe navzájem silou o velikosti F . Jednu kuličku vyměníme za jinou, která má náboj $+4Q$. Jak velká síla \vec{F}_1 působí nyní na náboj $+4Q$?



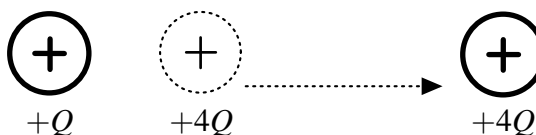
- A $F_1 = F$ B $F_1 = 4F$ C $F_1 = \frac{1}{4}F$ D $F_1 = \frac{1}{2}F$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zaměřena na použití Coulombova zákona, konkrétně jde o využití přímé úměry mezi velikostmi nábojů a elektrickou silou. [21, str. 151]

Obtížnost otázky: 1

3. Mějme dvě malé kuličky, které nesou kladný náboj $+Q$ a $+4Q$, jsou v určité vzdálenosti a působí na sebe navzájem silou o velikosti F . Náboje posuneme do trojnásobné vzdálenosti. Jak velká síla \vec{F}_2 bude nyní působit na náboj $+4Q$?



- A $F_2 = 4 \frac{F}{9}$ B $F_2 = 4 \frac{F}{3}$ C $F_2 = \frac{F}{9}$ D $F_2 = \frac{F}{3}$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zaměřena opět na využití Coulombova zákona, konkrétně jde o využití nepřímé úměry mezi kvadrátem vzdálenosti nábojů a elektrickou silou. [21, str. 152]

Obtížnost otázky: 2

4. Země jako těleso má záporný elektrický náboj. Jeho hodnota se odhaduje na 600 kC. Kolika to odpovídá elektronům?

- A Na povrchu Země je navíc asi $24 \cdot 10^4$ elektronů.
 B Na povrchu Země je navíc asi $4 \cdot 10^{20}$ elektronů.
 C Na povrchu Země je navíc asi $4 \cdot 10^{24}$ elektronů.
 D Na povrchu Země je navíc asi $24 \cdot 10^{44}$ elektronů.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zařazena na procvičení a použití elementárního náboje. Čísla u eventuálních odpovědí jsou volena právě tak, aby žáci mohli předvést dovednost se zlomky, číselnými řády a využít přibližných výpočtů z paměti. Ke správnému výsledku se mohou dobrat, aniž by vzali do ruky kalkulačku. [26, str. 176]

Obtížnost otázky: 2

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2. hodina

Téma: Elektrické pole, jeho intenzita, dipól

2–5 min

Opakování z minulé hodiny:

- elektrický náboj jako fyzikální veličina
- bodový náboj, vlastnosti interakce
- elementární náboje, hodnoty
- zákon zachování elektrického náboje
- měření sil vzájemného působení, Coulombův zákon

10–15 min

PI

1. Ve vakuu do vzdálenosti 2 m od náboje $Q_0 = 10^{-3}$ C umístíme náboj $Q_1 = 10^{-4}$ C. Síla, která na ně bude působit, bude o velikosti:

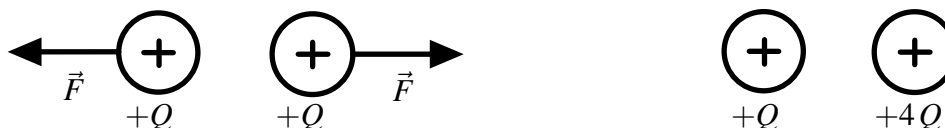
- A $F = 200$ N
- B $F = 225$ N
- C $F = 250$ N
- D $F = 25$ N

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zvolena pro procvičení Coulombova zákona. V této úloze jde o to, aby žáci předvedli rychlé počítání na kalkulačce. To se jim podaří, pokud si opravdu dobře pamatují Coulombův zákon.

Obtížnost otázky: 2

2. Mějme dvě malé kuličky, které nesou každá kladný náboj $+Q$ a působí na sebe navzájem silou o velikosti F . Jednu kuličku vyměníme za jinou, která má náboj $+4Q$. Jak velké síly \vec{F}_1 a \vec{F}_2 budou nyní působit na náboje?



A $F_1 = \frac{1}{4}F$ a $F_2 = F$

B $F_1 = 4F$ a $F_2 = F$

C $F_1 = F_2 = F$

D $F_1 = F_2 = 4F$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena znovu pro procvičení Coulombova zákona. Uvádíme ji jako ukázkou toho, že otázky, které použijeme v jedné hodině, mohou sloužit pro zopakování v hodině následující. Otázka se mírně liší od té z předchozí hodiny. Zde je nutné si navíc vzpomenout opět na třetí Newtonův zákon.

Obtížnost otázky: 2

15–20 min

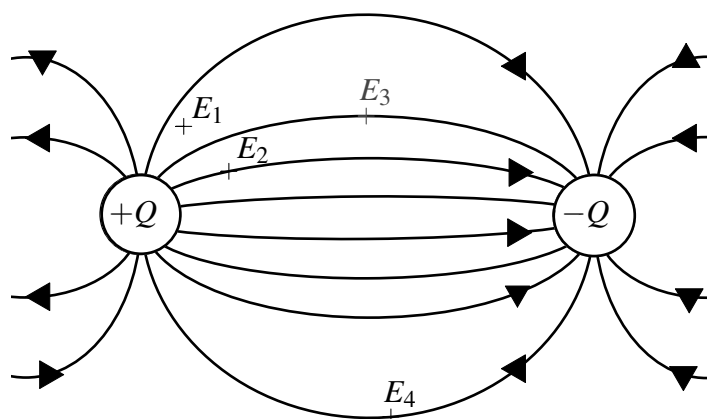
Vysvětlení nové látky:

- elektrické pole, homogenní elektrické pole
- elektrické pole bodového zdroje
- dipól a jeho elektrické pole
- intenzita elektrického pole

10–15 min

PI

3. Jaký bude vztah velikostí intenzit ve vyznačených bodech na obrázku, když je mezi sebou porovnáme?



A $E_3 > E_2$

B $E_1 < E_4$

C $E_1 > E_3$

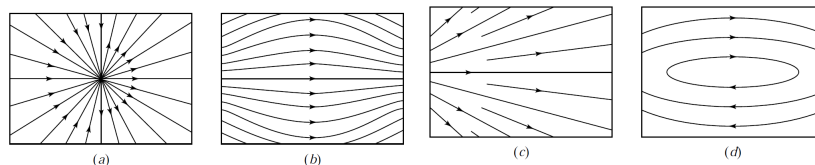
D $E_1 = 0, E_4 < E_2$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena pro procvičení elektrické intenzity v elektrostatickém poli. Žáci by si měli uvědomit, co vlastně siločáry označují.

Obtížnost otázky: 1

4. Uvažujte čtyři zobrazené vzorové pole. Za předpokladu, že v zobrazených oblastech nejsou žádné náboje, řekněte, které z těchto možností reprezentují možné elektrostatické pole.



A (a) B (b) C (c) a (d) D Žádná z možností.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na zlepšení představy o elektrostatickém poli. [24, str. 191]

Obtížnost otázky: 2

5. Kladně nabitou částici v klidu umístíme do homogenního elektrického pole. Jak se bude nabitá částice v homogenním elektrickém poli pohybovat poté, co ji uvolníme? Jiné působení neuvažujeme.

- A Částice zůstane v klidu na jednom místě. Síly jsou v rovnováze.
- B Částice se bude pohybovat stálou rychlostí. Působí na ni konstantní síla.
- C Částice se bude pohybovat stálou rychlostí, ale bude měnit svůj směr.
- D Částice se bude pohybovat s konstantním zrychlením. Působí na ni konstantní síla.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena na vyvrácení mylné představy některých žáků dávající do úměrnosti konstantní sílu a konstantní rychlost. Žáci využijí znalosti z mechaniky. [21, str. 153]

Obtížnost otázky: 3

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

3. hodina

Téma: Práce v elektrickém poli, elektrické napětí a potenciál

2–5 min

Opakování z minulé hodiny:

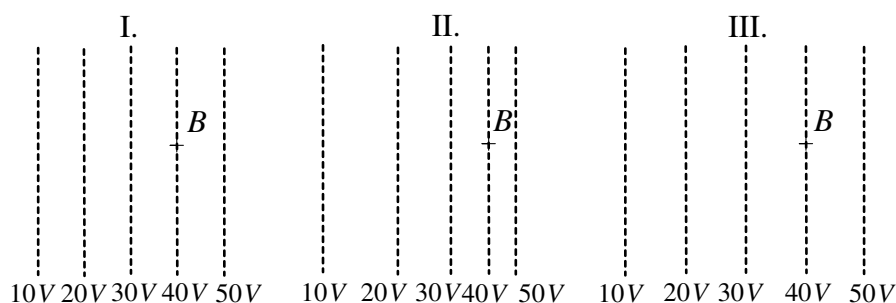
- Coulombův zákon

- elektrické pole bodového zdroje a dipólu
- homogenní elektrické pole
- intenzita elektrického pole

10–15 min

PI

1. Přerušované čáry na obrázcích znázorňují ekvipotenciální hladiny elektrického pole. Která odpověď je správná pro porovnání velikosti intenzity elektrického pole v bodě B v jednotlivých případech?



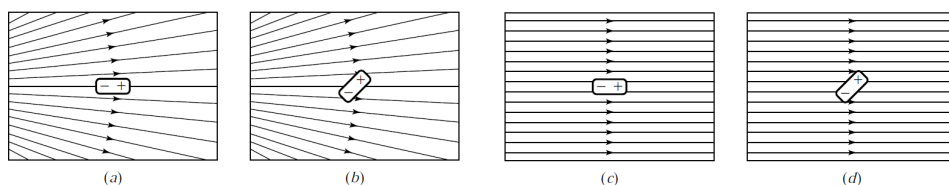
- A I. > III. > II. B III. > I. > II.
 C II. > I. > III. D II. > I. = III.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na uvědomění si toho, kde je největší spád potenciálu (II.) a kde naopak nejmenší (III.). [21, str. 154]

Obtížnost otázky: 3

2. Elektricky neutrální dipól je umístěn do vnějšího pole. V jaké situaci (v jakých situacích) je výsledná síla působící na dipól nulová?



- A (a) B (c) C (b) a (d) D (c) a (d)

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena na prohloubení znalosti o chování elektricky neutrálního objektu umístěného do vnějšího elektrického pole. Žák si musí uvědomit, že v každém bodu homogenního pole je elektrická intenzita konstantní a že elektrická síla je přímo úměrná velikosti náboje. Jelikož žák ví, že u elektrického dipólu jsou velikosti nábojů stejné, měl by dojít ke správné odpovědi. [24, str. 192]

Obtížnost otázky: 3

15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- práce v elektrickém poli
- elektrické napětí
- potenciální energie
- elektrický potenciál, rozdíl potenciálů

10–15 min

PI

3. Jakou práci vykonáme při pohybu tělesa po ekvipotenciální ploše?

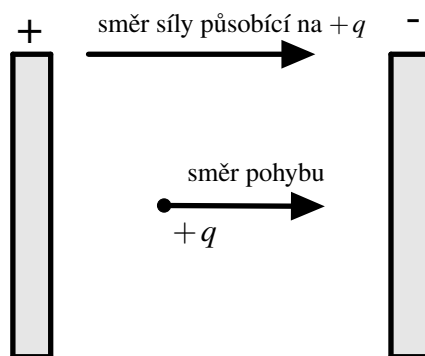
- A $W > 0$
 B $W < 0$
 C $W = 0$
 D $W \neq 0$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na uvědomění si vztahu mezi směrem elektrostatické síly pohybu-
 jícího se náboje a elektrickou prací.

Obtížnost otázky: 1

4. Mějme pohybující se kladný náboj v elektrickém poli ve směru dle obrázku. Jak se bude měnit potenciální energie pohybujícího se náboje v elektrickém poli?



- A Potenciální energie náboje se bude zmenšovat.
 B Potenciální energie náboje se bude zvětšovat.
 C Potenciální energie náboje bude pořád stejná, protože se náboj pohybuje po vodorovné ose.
 D Potenciální energie náboje se bude zvětšovat do poloviny tohoto elektrického pole a pak začne klesat, až u elektrody se záporným nábojem bude nulová.

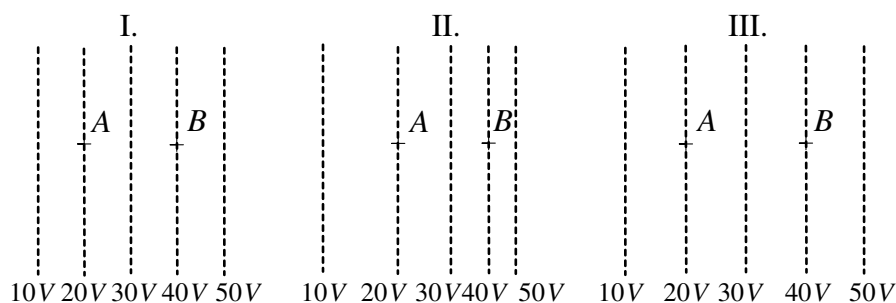
(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

U této otázky je vhodné si vzpomenout na pohyb v homogenním gravitačním poli. Potenci-

ální energie tělesa se zde zvětšuje, jestliže se těleso pohybuje proti směru gravitační síly. Analogicky pak dokážeme odvodit správnou odpověď, ačkoliv tu je jiná potenciální energie než $E_p = m \cdot g \cdot h$. [29, obrázek]

Obtížnost otázky: 3

5. Přerušované čáry na obrázcích znázorňují ekvipotenciální hladiny elektrického pole. Porovnejte práci, která je potřeba pro přemístění částice s nábojem po přímce z bodu A do bodu B v případech I., II. a III.



- A Největší práce pro přemístění náboje je potřeba v případě I.
 B Největší práce pro přemístění náboje je potřeba v případě II.
 C Největší práce pro přemístění náboje je potřeba v případě III.
 D Ve všech třech případech je potřeba vykonat stejnou práci.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na vyvrácení miskoncepce žáků, že elektrická práce závisí při přemístování náboje na délce dráhy. Měli by si uvědomit, že je zde stejný rozdíl potenciálů. [21, str. 153]

Obtížnost otázky: 3

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

4. hodina

Téma: Rozložení náboje na vodiči

2–5 min

Opakování z minulé hodiny:

- elektrické pole bodového zdroje a dipólu
- intenzita elektrického pole
- práce v elektrickém poli
- elektrické napětí
- potenciální energie
- elektrický potenciál, rozdíl potenciálů

10–15 min

PI

1. Představme si, že se při výletu ocitneme blízko přetrženého drátu vedení s vysokým napětím, který se dotýká země nedaleko od nás. Rozhodli bychom se jít velkými kroky co nejrychleji pryč. Proč by toto rozhodnutí mohlo být pro nás nebezpečné?

- A Takové rozhodnutí by nebylo nebezpečné, nic nám nehrozí.
- B Protože by nám vznikalo mezi chodidly velké napětí a procházel by námi velký elektrický proud, který by nás mohl zabít.
- C Protože bychom se pohybovali moc rychle, což by nás mohlo zabít.
- D Protože by nám vznikalo mezi chodidly velké napětí a to škodí našemu tělu.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na aplikování látky o rozdílu potenciálů, napětí a Ohmova zákona do běžného života. Ohmův zákon se již probírá na základní škole a předpokládáme, že ho žáci alespoň intuitivně dokážou použít.

Obtížnost otázky: 1

2. Kladně nabitou částici v klidu umístíme do homogenního elektrického pole. Co se bude dít s potenciální energií částice v homogenním elektrickém poli poté, co ji uvolníme?

- A Potenciální energie částice se bude zmenšovat. Částice se pohybuje ve směru působení intenzity elektrického pole.
- B Potenciální energie částice se nezmění, protože elektrické pole je homogenní.
- C Potenciální energie částice se bude zvětšovat. Částice se pohybuje ve směru působení intenzity elektrického pole.
- D Potenciální energie bude nulová, protože částice zůstane v klidu.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na vyvrácení miskoncepce související s představou homogenního elektrického pole. [21, str. 153]

Obtížnost otázky: 3

15–20 min

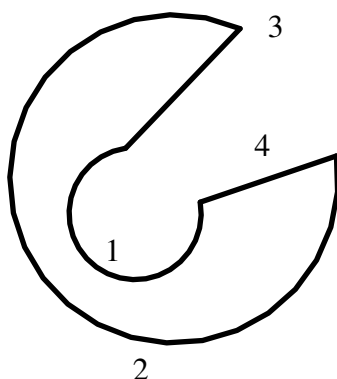
Vysvětlení nové látky:

- elektrické pole nabitého tělesa ve vakuu
- rozložení náboje na vodiči, plošná hustota náboje

10–15 min

PI

3. Kde na nabitém kovovém tělese jako je na obrázku, bude největší hustota náboje?



- A na místě 1
- B na místě 2
- C na místě 3
- D na místě 4

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na využití znalostí o rozložení náboje ve vodiči.

Obtížnost otázky: 1

4. Jaký směr má vektor intenzity elektrického pole v těsné blízkosti nabitého kovového tělesa?

- A Směr intenzity elektrického pole je kolmý na směr elektrické síly.
- B Směr intenzity elektrického pole je kolmý na povrch tělesa.
- C Směr intenzity elektrického pole je tečnou k povrchu tělesa.
- D Směr intenzity elektrického pole závisí na velikosti náboje.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka ačkoliv by se mohla zdát faktická, záleží, co všechno žákům řekneme při vysvětlování nové látky. Tuto otázku můžeme tedy využít ještě v části při vysvětlování, ne tedy tak, jak máme rozdělenou hodinu my. [28, str. 34]

Obtížnost otázky: 1

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

5. hodina

Téma: Vodiče a izolanty, elektrostatická indukce

5–10 min

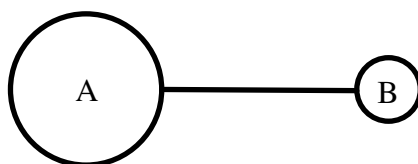
Opakování z minulé hodiny:

- elektrické napětí
- potenciální energie
- elektrický potenciál, rozdíl potenciálů
- elektrické pole nabitého tělesa ve vakuu
- rozložení náboje na vodiči, plošná hustota náboje

10–15 min

PI

1. Jaký je vztah mezi jednotlivými hustotami plošného náboje na nabitém tělese na obrázku?



- A $\sigma_A > \sigma_B$
 B $\sigma_B \leq \sigma_A$
 C $\sigma_B > \sigma_A$
 D $\sigma_B = \sigma_A$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zvolena pro zopakování znalostí o rozložení náboje ve vodiči.

Obtížnost otázky: 3

2. Na povrchu duté kovové koule o poloměru 5 cm je rovnoměrně rozmístěn elektrický náboj $1 \mu\text{C}$. Určete velikost intenzity elektrického pole a elektrický potenciál ve středu koule.

- A Intenzita pole uvnitř koule je nenulová, pro určení potenciálu potřebujeme znát více informací.
 B Intenzita pole uvnitř koule je nenulová, potenciál je stejný jako intenzita uvnitř koule, tedy 180 kV.
 C Intenzita pole uvnitř koule je nulová, potenciál je stejný jako intenzita uvnitř koule, tedy nulový.
 D Intenzita pole uvnitř koule je nulová, potenciál je stejný jako na povrchu koule, tedy 180 kV.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je vybrána za účelem procvičení vztahu elektrického potenciálu s nábojem a se vzdáleností. Důležité je si uvědomit, že elektrický potenciál ve středu koule je stejný jako na kulovém povrchu. Úloha není zaměřena na to, aby žáci museli vzít do ruky kalkulačku. Chceme, aby dokázali kriticky vyloučit nesprávné odpovědi. Samozřejmě položení otázky nemá smysl, pokud se v hodině o daném vztahu nezmíníme. [25, str. 117]

Obtížnost otázky: 2

3. Na povrchu kovové koule o poloměru 10 cm je rovnoměrně rozmístěn elektrický náboj $1 \mu\text{C}$. Určete plošnou hustotu náboje.

- A $0.8 \mu\text{C}\cdot\text{m}^{-2}$
- B $8 \mu\text{C}\cdot\text{m}^{-2}$
- C $8 \text{C}\cdot\text{m}^{-2}$
- D $800 \mu\text{C}\cdot\text{m}^{-2}$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na ujasnění vztahu mezi nábojem a plochou. V této úloze jde o to, aby žáci předvedli počítání z paměti, které by nemělo být až tak náročné, protože jde vlastně o určení řádů. [25, str. 117]

Obtížnost otázky: 3

15–20 min

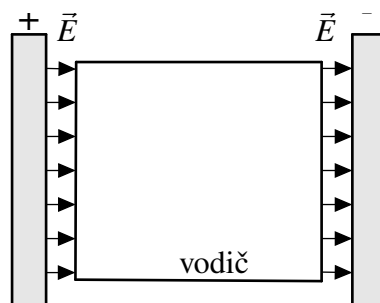
Vysvětlení nové látky:

- látky v elektrickém poli, vodiče a izolanty
- elektrostatická indukce

10–15 min

PI

4. Mějme vodič v homogenním elektrickém poli (viz obrázek). Proč je celková elektrická intenzita pole uvnitř vodiče nulová?



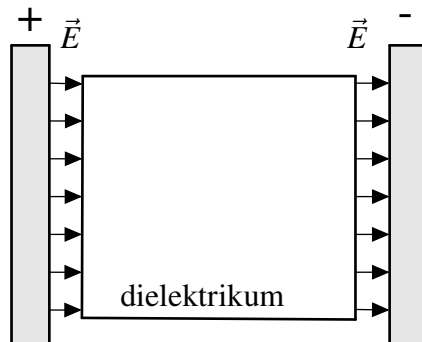
- A Protože počet záporných a kladných nábojů ve vodiči je stejný.
- B Protože uvnitř vodiče se vytváří pole s opačnou stejně velkou elektrickou intenzitou jako u vnějšího pole.
- C Protože uvnitř vodiče vzniká díky separaci kladných a záporných nábojů tzv. hluché místo.
- D Protože elektrická intenzita vnějšího pole na vodič uvnitř nepůsobí.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na aplikaci a dávání do souvislostí již naučeného učiva o vodiči v elektrickém poli a o elektrické intenzitě pole. Slouží k lepšímu pochopení elektrostatické indukce. [29]

Obtížnost otázky: 1

5. Mějme polární dielektrikum v homogenním elektrickém poli (viz obrázek). Jaké bude výsledné elektrické pole v dielektriku?



- A Menší než původní elektrické pole bez dielektrika.
- B Větší než původní elektrické pole bez dielektrika.
- C Stejně jako původní elektrické pole bez dielektrika.
- D Uvnitř dielektrika bude nulové elektrické pole.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je vybrána pro zopakování znalosti o chování dielektrika v homogenním elektrickém poli.

Obtížnost otázky: 2

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

6. hodina

Téma: Kapacita vodiče, kondenzátor

2–5 min

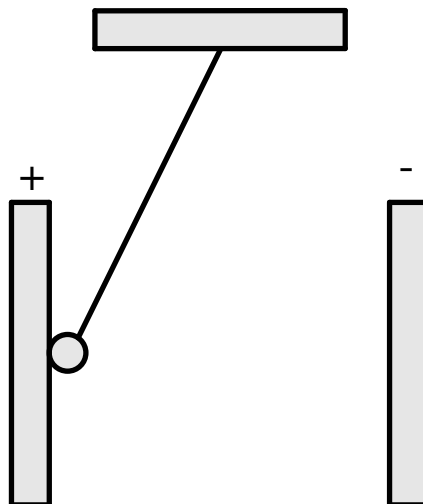
Opakování z minulých hodin:

- rozložení náboje na vodiči
- vodiče a izolanty
- elektrostatická indukce

10–15 min

PI

1. Proč se kulička bude kývat mezi nabitými deskami? Jde o vodivou kuličku s malou hmotností zavěšenou na lanku mezi dvěma různě nabitými deskami.



- A Protože to umožňuje její malá hmotnost.
- B Protože na svém povrchu nese neutrální náboj.
- C Protože při každém dotknutí se jedné z desek získá náboj stejného znaménka a tím se bude od této desky odpuzovat.
- D Protože při každém dotknutí se jedné z desek získá její náboj a tím se bude s deskou přitahovat.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je vybrána za účelem prohloubení znalostí o chování těles v homogenním elektrickém poli. Jev by mohl být nejdříve demonstrován a pak by se žáci zamýšleli nad jeho principem.

Obtížnost otázky: 2

15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- kapacita vodiče
- kondenzátor, spojování kondenzátorů
- energie kondenzátoru

10–15 min

PI

2. Jak se změní kapacita deskového kondenzátoru, jestliže zvětšíme vzdálenost jeho desek?

- A Kolikrát zvětšíme vzdálenost mezi deskami, tolikrát se zvětší jeho kapacita.
- B Kolikrát zvětšíme vzdálenost mezi deskami, tolikrát se zmenší jeho kapacita.
- C Kapacita kondenzátoru zůstane stejná.
- D Kapacita kondenzátoru se nezmění, bude záležet jen na velikost ploch jednotlivých desek kondenzátoru.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena pro procvičení znalostí o deskovém kondenzátoru, konkrétně vztahu mezi kapacitou, nábojem a vzdálenostmi desek kondenzátoru. [25, str. 118]

Obtížnost otázky: 1

3. Na jaký potenciál vzhledem k zemi se nabije izolovaný vodič o kapacitě 100 pF elektrickým nábojem 1 μC ?

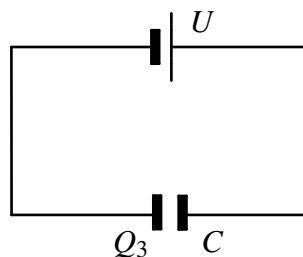
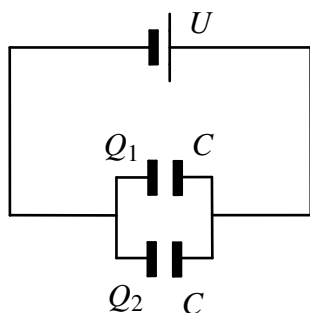
- A 10 kV
- B 10 V
- C 1 V
- D 1 kV

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na využití vztahu kapacity vodiče s elektrickým potenciálem a s elektrickým nábojem. [25, str. 117]

Obtížnost otázky: 2

4. Mějme kondenzátory zapojeny do obvodů dle obrázků. Co bude platit o celkových nábojích shromážděných na kondenzátorech v jednotlivých zapojeníh? Všechny kondenzátory mají stejnou kapacitu C , na obou zdrojích je stejné napětí U .



- A $Q_1 = Q_2 = Q_3$
- B $Q_1 = Q_2 > Q_3$
- C $Q_1 = Q_2 < Q_3$
- D $Q_1 + Q_2 = Q_3$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena na procvičení sčítání náboje na kondenzátorech. Žáci si musí uvědomit, co v obvodu platí pro napětí. [27, obrázek]

Obtížnost otázky: 3

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2.3 Vznik elektrického proudu

1. hodina

Téma: Elektrický proud

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- Coulombův zákon
- kapacita vodiče
- kondenzátor, spojování

10–15 min

PI

1. Jak se změní kapacita deskového kondenzátoru, jestliže zmenšíme napětí mezi jeho deskami?

- A Kolikrát zmenšíme napětí mezi deskami, tolikrát se zvětší jeho kapacita.
- B Kolikrát zmenšíme napětí mezi deskami, tolikrát se zmenší jeho kapacita.
- C Kolikrát zvětšíme napětí mezi deskami, tolikrát se zmenší jeho kapacita.
- D Kapacita kondenzátoru zůstane stejná.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena na zopakování vědomostí o deskovém kondenzátoru. Konkrétně jde o vztah mezi kapacitou, nábojem a napětím mezi deskami kondenzátoru.

Obtížnost otázky: 1

2. V kterém případě se kapacita kondenzátoru nezmění?

- A Při změně plochy desek kondenzátoru.
- B Při změně tloušťky desek kondenzátoru.
- C Při změně tloušťky dielektrika v kondenzátoru.
- D Při výměně druhu dielektrika v kondenzátoru.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena na zopakování vědomostí o deskovém kondenzátoru. Konkrétně jde

o vztah mezi kapacitou, plochou, vzdáleností mezi deskami kondenzátoru a materiálovou konstantou dielektrika.

Obtížnost otázky: 1

15–20 min

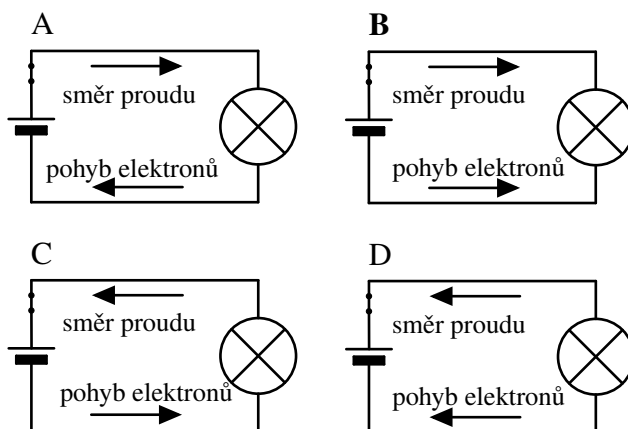
Vysvětlení nové látky:

- elektrický proud jako děj
- elektrický proud jako veličina

10–15 min

PI

3. Ve kterém z následujících obrázků je správně zakreslen směr proudu a směr pohybu elektronů v elektrickém obvodu?



(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka bude mít smysl, pokud žákům řekneme, jaký je dohodnutý směr proudu a zatajíme pohyb elektronů, měli by sami logicky na správnou odpověď přijít.

Obtížnost otázky: 1

4. Vodičem procházel proud 0,02 A po dobu 5 min. Jak velký elektrický náboj prošel průřezem vodiče?

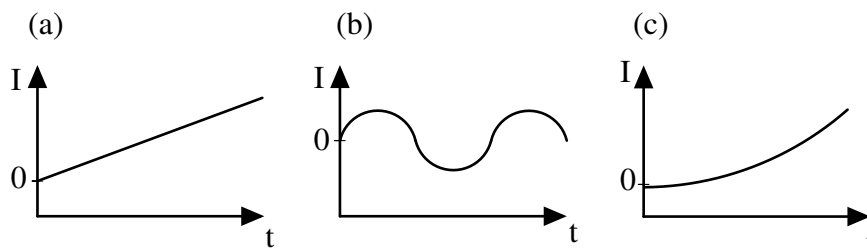
- A 0,1 C
- B 0,6 C
- C 6 C
- D 600 C

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zaměřena na procvičení a schopnost pracovat se vztahem mezi nábojem, elektrickým proudem a časem. Jde o to, aby žáci předvedli, že tento vztah znají a dokáží ho použít.

Obtížnost otázky: 2

5. Který z grafů by mohl znázorňovat průběh stejnosměrného proudu?



- A Graf (a) B Graf (b) C Grafy (a) a (c) D Žádný

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena na zlepšení porozumění grafům a možné závislosti proudu na čase.

Za zásadní považujeme si uvědomit, jakou roli hraje v grafu nula.

Obtížnost otázky: 3

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2. hodina

Téma: Elektromotorické a svorkové napětí

2–5 min

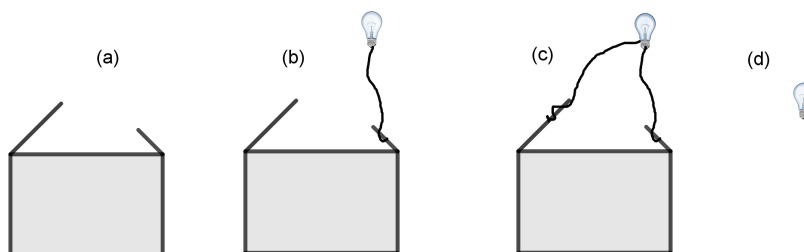
Opakování z minulých hodin:

- kondenzátor, spojování
- elektrický proud jako děj a jako veličina

10–15 min

PI

1. V kterém případě prochází elektrický proud? Šedý rámeček značí baterii.



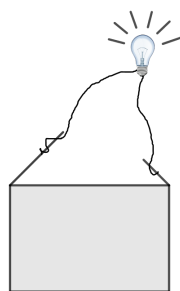
- A (a) a (d) B (b) C (c) D (b) a (c)

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena proto, aby si žáci uvědomili, že v případě (b) a ani v situaci (a) nebo (d) proud neprochází, neboť dost často si někteří žáci myslí, že správná odpověď je i (b). Proud prochází jen v situaci (c). [22, str. 13]

Obtížnost otázky: 1

2. Na obrázku je propojena žárovka s baterií. Žárovka svítí. Které tvrzení je pravdivé?



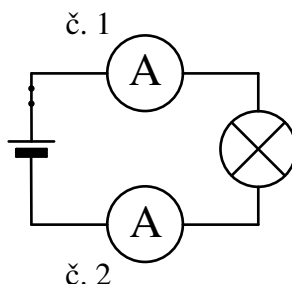
- A Proud z baterie prochází jen do žárovky, kde je zcela spotřebován.
- B Proud prochází z baterie do žárovky, kde je částečně spotřebován, částečně se vrací zpět do baterie.
- C Proud v obvodu prochází přes žárovku zpět do baterie.
- D Žádná z uvedených možností.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zařazena na vyvrácení miskoncepce toho, že se proud ve spotřebiči spotřebovává. [22, str. 13]

Obtížnost otázky: 1

3. Jak jsou vychýleny výchylky ampérmetrů zobrazené na obrázku?



- A Ampérmetr č. 2 ukazuje méně než ampérmetr č. 1.
- B Ampérmetr č.1 ukazuje méně než ampérmetr č. 2.
- C Ampérmetr č. 1 ukazuje více než ampérmetr č. 2.
- D Oba ampérmetry ukazují stejně.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena, aby se žáci mohli sami navzájem přesvědčit, že se v žárovce nespoteřebává část proudu. [21, str. 139]

Obtížnost otázky: 2

15–20 min

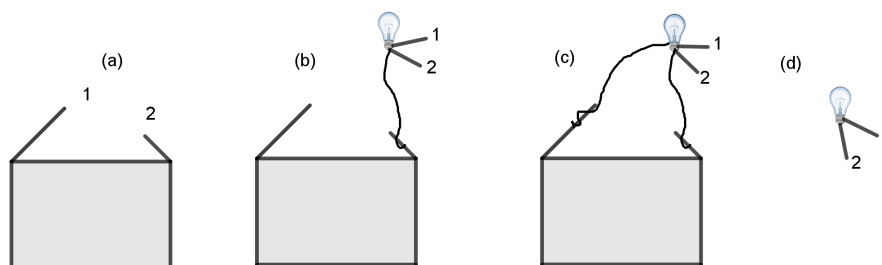
Vysvětlení nové látky:

- elektromotorické napětí zdroje
- svorkové napětí

10–15 min

PI

4. V kterém případě je mezi místy 1 a 2 elektrické napětí?



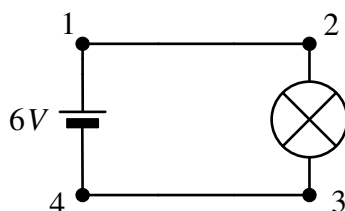
- A (a) B (a) a (c) C (b) a (d) D (b)

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na zlepšení představy o tom, že na samotné baterii je elektrické napětí. [21, str. 139]

Obtížnost otázky: 1

5. Jaké je napětí mezi jednotlivými body (1 a 2, 2 a 3, 3 a 4) zakreslené v obvodu na obrázku? Předpokládejme, že odpor spojovacích vodičů je nulový.



- A $U_{12} = U_{23} = U_{34} = 6 \text{ V}$
 B $U_{12} = U_{23} = 6 \text{ V}$, $U_{34} = 0 \text{ V}$
 C $U_{12} = U_{34} = 0 \text{ V}$, $U_{23} = 6 \text{ V}$
 D $U_{12} = U_{23} = U_{34} = 0 \text{ V}$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je vybrána, protože typická mylná odpověď žáků je, že mezi všemi body je napětí o velikosti 6 V. [22, str. 15]

Obtížnost otázky: 1

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2.4 Elektrický proud v kovech

1. hodina

Téma: Ohmův zákon

2–5 min

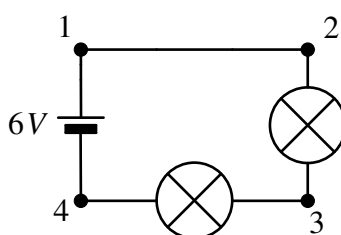
Opakování z minulých hodin:

- elektrický proud
- elektromotorické napětí
- svorkové napětí

10–15 min

PI

1. Jaké je napětí mezi jednotlivými body (1 a 2, 2 a 3, 3 a 4) zakreslené v obvodu na obrázku? Předpokládejme, že odpor spojovacích vodičů je nulový a žárovky jsou stejné.

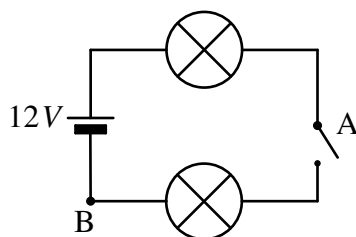


- A $U_{12} = U_{23} = U_{34} = 6 \text{ V}$
 B $U_{12} = U_{23} = U_{34} = 3 \text{ V}$
 C $U_{12} = 0 \text{ V}, U_{23} = U_{34} = 6 \text{ V}$
 D $U_{12} = 0 \text{ V}, U_{23} = U_{34} = 3 \text{ V}$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je vybrána, protože typická mylná odpověď žáků je, že mezi všemi body je napětí o velikosti 6 V. [22, str. 15]

Obtížnost otázky: 2

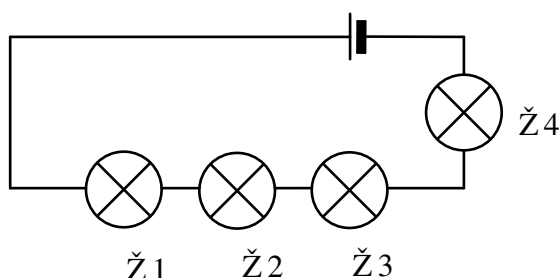
2. Jaké je napětí mezi body A a B v obvodu na obrázku?


- A Mezi body A a B je 0 V.
- B Mezi body A a B je 3 V.
- C Mezi body A a B je 6 V.
- D Mezi body A a B je 12 V.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zařazena na vyvrácení typické představy žáků, že mezi body A a B je napětí 0 V. [21, str. 140]

Obtížnost otázky: 2

3. V obvodu jsou zapojeny do série 4 stejné žárovky. Která z nich svítí nejjasněji?


- A Všechny žárovky svítí stejně.
- B Ž1 svítí více než ostatní žárovky, Ž4 svítí nejméně.
- C Ž4 svítí nejvíce. Ostatní žárovky svítí méně, Ž1 svítí nejméně.
- D Ž4 svítí nejvíce. Ostatní žárovky svítí stejně.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Zde chceme poukázat na vyvrácení miskoncepce žáků, že žárovka Ž4 svítí méně než Ž1. [22, str. 14]

Obtížnost otázky: 2

15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- Ohmův zákon pro část obvodu
- elektrický odpor, rezistivita

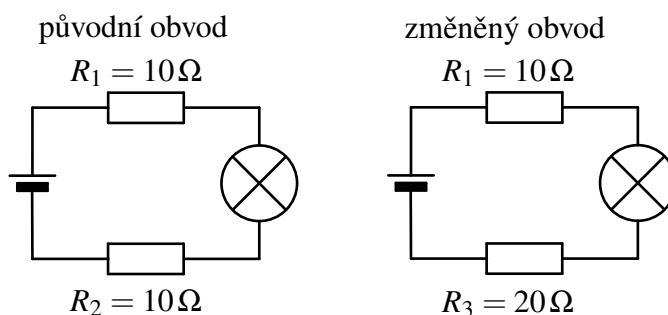
10–15 min

PI

4. Jak se změní velikost elektrického proudu, jestliže zvýšíme odpor v obvodu?

Napětí zůstává konstantní.

- A Velikost proudu se zvýší.
- B Velikost proudu se sníží.
- C Velikost proudu bude stejná jako velikost odporu.
- D Velikost proudu zůstává konstantní.

*(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)**Tato otázka je zaměřena na procvičení Ohmova zákona. Žáci by si měli uvědomit nepřímou úměru mezi proudem a odporem.**Obtížnost otázky: 1***5. Původním obvodem na obrázku prochází proud $I = 0,4$ A. Jaký bude elektrický proud, pokud zaměníme v původním obvodu odpor R_2 odporem $R_3 = 20 \Omega$? Zdroj napětí zůstává stejný.**

- A Proud bude menší než 0,4 A.
- B Proud bude větší než 0,4 A.
- C Proud se bude rovnat 0,4 A.
- D Proud se bude rovnat 0,8 A.

*(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)**Tato úloha je zvolena na vyvrácení mylné představy o tom, že když změním velikost odporu v elektrickém obvodu, neovlivním velikost elektrického proudu procházejícím obvodem. Nebo naopak si žáci myslí, že při zvýšení odporu v elektrickém obvodu dojde ke zvýšení elektrického proudu. [22, str. 15]**Obtížnost otázky: 2*

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2. hodina

Téma: Odpor kovu jako funkce teploty

2–5 min

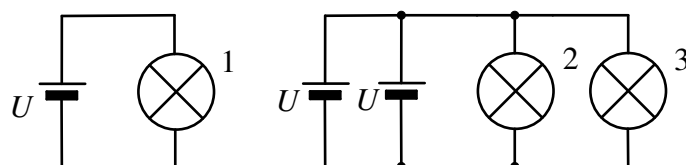
Opakování z minulých hodin:

- elektrický proud
- Ohmův zákon
- elektrický odpor, rezistivita

10–15 min

PI

1. Všechny žárovky v obou obvodech jsou stejné. Která žárovka ve kterém obvodu bude nejméně jasná?



- A Nejméně jasná bude žárovka č. 1.
 B Nejméně jasná bude žárovka č. 2.
 C Žárovky č. 2 a č. 3 budou méně jasnější než č. 1.
 D V obou obvodech svítí žárovky stejně jasně.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Je důležité vědět jaký má důsledek paralelní zapojení zdrojů a žárovek. [21, str. 143]

Obtížnost otázky: 2

2. Jak se změní odpor vodiče, jestliže změníme jeho průřez po celé délce?

- A Při zvýšení průřezu vodiče se celkový odpor vodiče zvýší.
 B Při zvýšení průřezu vodiče se celkový odpor vodiče sníží.
 C Při snížení průřezu vodiče se celkový odpor vodiče sníží.
 D Při změně průřezu vodiče se celkový odpor vodiče nezmění.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena k zopakování vztahu odporu s rezistivitou. Žák by si měl uvědomit, že odpor je nepřímo úměrný průřezu vodiče.

Obtížnost otázky: 1

15–20 min

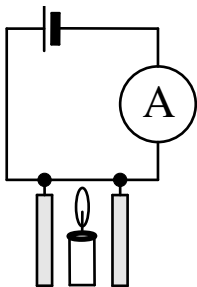
Vysvětlení nové látky:

- odpor kovu jako funkce teploty
- supravodivost

10–15 min

PI

3. Mějme elektrický obvod s konstantním napětím zdroje. Co se bude dít s výchylkou ampérmetru, jestliže změním teplotu vodiče zahřátím jako na obrázku?



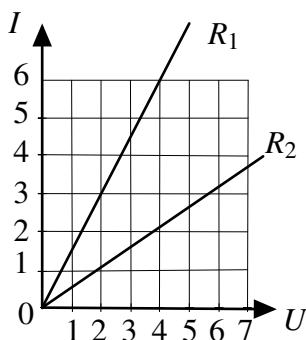
- A Výchylka ampérmetru začne klesat.
- B Výchylka ampérmetru začne stoupat.
- C Výchylka ampérmetru začne kolísat.
- D Výchylka ampérmetru se nepohne.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Zde je potřeba si uvědomit, že odpor vodiče roste a že se tedy díky Ohmova zákona zmenšuje proud, který protéká obvodem. Experiment by mohl být demonstrován pro potvrzení správné odpovědi. [23, obrázek]

Obtížnost otázky: 2

4. V grafu na obrázku jsou vyjádřeny závislosti proudu na napětí pro dva různé rezistory. Který rezistor má větší odpor a jaká je jeho hodnota?



- A $R_1 = R_2 = 2 \Omega$
- B $R_1 > R_2, R_1 = \frac{2}{3} \Omega$
- C $R_1 < R_2, R_2 = 2 \Omega$
- D $R_2 > R_1, R_2 = 8 \Omega$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena na zlepšení porozumění grafům a možné závislosti proudu na elektrickém napětí. Žáci využijí vztah Ohmova zákona. [25, str. 123]

Obtížnost otázky: 3

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

3. hodina

Téma: Spojování rezistorů, regulace proudu a napětí

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- elektrický odpor
- odpor kovu jako funkce teploty

10–15 min

PI

1. O jaký teplotní rozdíl je třeba zahřát vodič, aby se jeho odpor zdvojnásobil?

Veličina α označuje koeficient teplotní délkové roztažnosti.

A $\Delta T = \frac{1}{2}$ B $\Delta T = \frac{1}{\alpha}$ C $\Delta T = \frac{2}{\alpha}$ D $\Delta T = 2\alpha$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zvolena pro procvičení vztahu vyjadřující závislost odporu kovového vodiče na teplotě. V této úloze jde o to, aby žáci předvedli rychlé vyjádření ze vzorce. [25, str. 122]

Obtížnost otázky: 2

2. Proč se vlákno žárovky nejčastěji přepálí v okamžiku zapnutí proudu a méně často v průběhu svícení?

- A Vlákno nerozsvícené žárovky má malý odpor a při zapnutí obvodu vzniká značný proud.
- B Vlákno nerozsvícené žárovky má velký odpor a při zapnutí obvodu vzniká značný proud.
- C Vlákno nerozsvícené žárovky má velký odpor a při zapnutí obvodu vzniká značné napětí.
- D Z jiného důvodu.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tuto úlohu jsme zvolili, aby se žáci zamysleli nad běžnou situací ze života. Jestliže žáci budou vycházet z probraného učiva o odporu závislejícím na teplotě, mohou jednoduše určit správnou odpověď. [25, str. 122]

Obtížnost otázky: 2

15–20 min

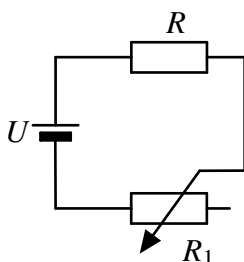
Vysvětlení nové látky:

- spojování rezistorů
- Ohmův zákon pro uzavřený obvod
- regulace proudu a napětí

10–15 min

PI

3. Kdy je napětí na rezistoru o odporu R rovno napětí na zdroji, je-li v obvodu zapojen reostat o odporu R_1 jako na obrázku?



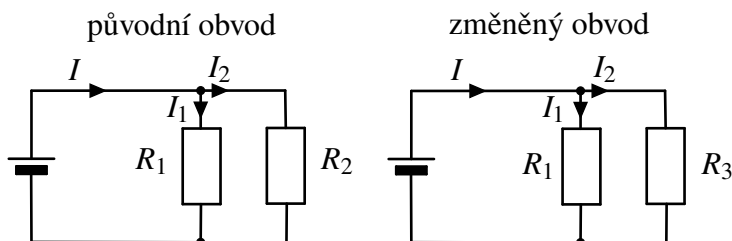
- A V každém případě, při jakékoli hodnotě odporu na reostatu.
 B V případě, že je odpor na reostatu maximální, proud bude minimální.
 C V případě, že je odpor na reostatu nulový, proud bude maximální.
 D V žádném případě.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena na lepší pochopení funkce a vlastnosti reostatu. Při shrnutí a vysvětlování správné odpovědi navrhneme předvést experiment se zapojením celého obvodu s přidaným voltmetrem, aby se žáci mohli utvrdit v pravdivosti odpovědi.

Obtížnost otázky: 2

4. Nahradíme-li rezistor o odporu $R_2 = 40 \Omega$ v původním obvodu rezistorem o odporu $R_3 = 50 \Omega$, jak se v obvodu změní elektrické proudy I_1 a I_2 ? Hodnota napětí zůstává stejná.



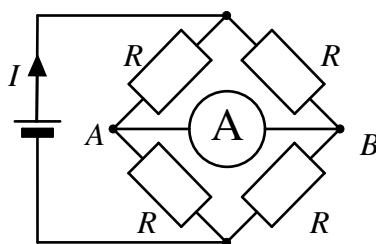
- A Proud I_1 se nezmění, proud I_2 se zvětší.
 B Proud I_1 se nezmění, proud I_2 se zmenší.
 C Proud I_1 se zvětší, proud I_2 se zmenší.
 D Proud I_1 a I_2 se nezmění.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zaměřena na vyvrácení miskoncepce žáků, že zvýšením odporu v jedné z větví elektrického obvodu v ní dojde ke zvýšení elektrického proudu. Nebo naopak další představou je, že proudy zůstanou nezměněny. [21, str. 144]

Obtížnost otázky: 2

5. Ampérmetr je spojen mezi body A a B v obvodu jako na obrázku, kde jsou všechny čtyři rezistory o stejném odporu. Jakou velikost má elektrický proud I_A , který naměří ampérmetr?



- A $I_A = \frac{1}{2} I$ B $I_A = \frac{1}{4} I$ C $I_A = 0 \text{ A}$ D Nelze určit.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zvolena pro procvičení spojování rezistorů. Je nutné si vzpomenout, jak se v obvodu dělí elektrický proud. [24, str. 215]

Obtížnost otázky: 3

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

4. hodina

Téma: Kirchhoffovy zákony

2–5 min

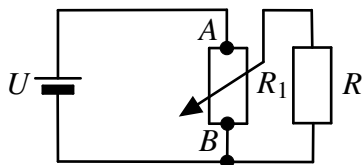
Opakování z minulých hodin:

- Ohmův zákon
- spojování rezistorů
- regulace proudu a napětí

10–15 min

PI

1. V kterém případě je na rezistoru o odporu R napětí nulové, jestliže máme v obvodu zapojen potenciometr o odporu R_1 jako na obrázku?



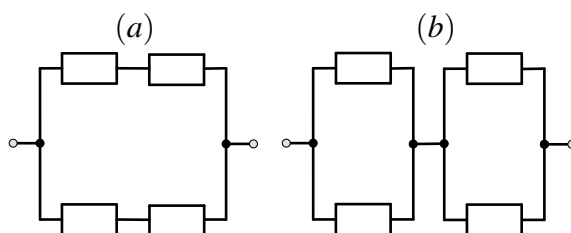
- A Jezdec potenciometru je přesně uprostřed.
- B Jezdec potenciometru je u bodu B.
- C Jezdec potenciometru je u bodu A.
- D Nulového napětí nemůžeme v tomto obvodu na rezistoru dosáhnout.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tuto otázku jsme vybrali, žáci mohli mít lepší představu o fungování a vlastnostech potenciometru. Na závěr otázky se může předvést experiment se zapojením celého obvodu s přidaným voltmetrem a žáci se mohou přesvědčit o správnosti své odpovědi.

Obtížnost otázky: 2

2. Jaký je celkový odpor spojených rezistorů v obou obvodech? Všechny zakreslené jednotlivé rezistory mají stejný odpor.



- A $R_a > R_b$
- B $R_a < R_b$
- C $R_a = R_b$
- D $R_b > R_a$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Touto úlohou chceme zopakovat spojování rezistorů a výpočet celkového odporu rezistoru v obvodu. [25, obrázek]

Obtížnost otázky: 3

15–20 min

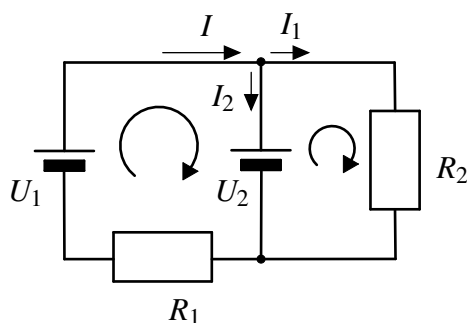
Vysvětlení nové látky:

- Kirchhoffovy zákony

10–15 min

PI

3. Jak budou vypadat rovnice Kirchhoffových zákonů v obvodu dle zvolených smyček a směrů proudů na obrázku?



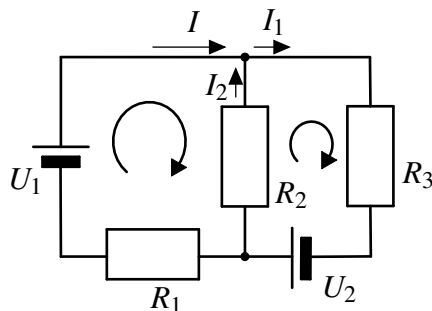
- A** $I = I_1 + I_2$, $R_1 I = U_1 - U_2$, $R_2 I_1 = U_1$
B $I = I_2 + I_1$, $R_1 I = U_1 - U_2$, $R_2 I_1 = U_2$
C $I = I_2 + I_1$, $R_1 I = U_2 - U_1$, $R_2 I_1 = U_2$
D $I_2 = I + I_1$, $R_1 I = U_1 - U_2$, $R_2 I_1 = U_2$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena procvičení vytváření rovnic Kirchhoffových zákonů.

Obtížnost otázky: 3

4. Která z možných rovnic nebude popisovat Kirchhoffův zákon v obvodu dle zvolených smyček a směrů proudů na obrázku?



- A** $I = I_1 - I_2$
B $R_1 I = U_1 + R_2 I_2$
C $R_2 I_2 = U_2 - R_3 I_1$
D $R_3 I_1 = U_2 + R_2 I_2$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zaměřena procvičení vytváření rovnic Kirchhoffových zákonů.

Obtížnost otázky: 3

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

5. hodina

Téma: Elektrická práce a elektrický výkon

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- spojování rezistorů
- regulace proudu a napětí
- Kirchhoffovy zákony

10–15 min

PI

1. Který z Kirchhoffových zákonů vyjadřuje zákon zachování elektrického náboje a který popisuje zákon zachování energie v elektrických obvodech?

- A 1. KZ je ZZ náboje, 2. KZ je ZZ energie.
- B 2. KZ je ZZ náboje, 1. KZ je ZZ energie.
- C 1. KZ i 2. KZ vyjadřuje ZZ náboje.
- D 1. KZ i 2. KZ vyjadřuje ZZ energie.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je mezitématická. Žáci si spojí téma zákona zachování energie (resp. náboje) s elektrinou.

Obtížnost otázky: 1

15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- elektrická práce v obvodu stejnosměrného proudu
- elektrický výkon v obvodu stejnosměrného proudu

10–15 min

PI

2. Na žárovce jsou uvedeny hodnoty 6 V a 0,2 A. Jaký bude výkon elektrického proudu v žárovce?

- A $P = 12 \text{ W}$
- B $P = 1,2 \text{ W}$
- C $P = 1,02 \text{ W}$
- D $P = 0,12 \text{ W}$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tento jednoduchý příklad je zařazen jako procvičení vztahu výkonu elektrického proudu s elektrickým proudem a napětím. K vyřešení by žáci neměli potřebovat kalkulačku. Jde o schopnost aplikovat daný vztah. [25, str. 138]

Obtížnost otázky: 1

3. Jak musíme změnit odpor vlákna žárovky, jestliže požadujeme dvakrát větší výkon? Napětí je konstantní.

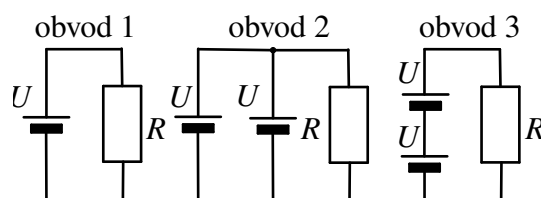
- A Použijeme žárovku s dvakrát větším odporem vlákna.
- B** Použijeme žárovku s polovičním odporem vlákna.
- C Použijeme žárovku se čtvrtinovým odporem vlákna
- D Potřebujeme více informací.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Zde je nutné si uvědomit, že výkon elektrického proudu ve spotřebiči je nepřímo úměrný jeho odporu. Správná odpověď je ihned jasná.

Obtížnost otázky: 2

4. Uvažujte výkon dodávaný do každého z rezistorů v obvodech na obrázku. Ve kterém obvodu či obvodech je dodávaný výkon nejmenší? Napětí U je ve všech obvodech stejné.



- A obvod 1
- B obvod 2
- C obvod 3
- D** obvod 1 = obvod 2

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

V této úloze je nutné si vzpomenout, že výkon elektrického proudu je přímo úměrný elektrickému napětí. Pokud víme, co se děje při různém spojování zdrojů v obvodu, snadno určíme správnou odpověď. [21, str. 146]

Obtížnost otázky: 2

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2.5 Elektrický proud v polovodičích

1. hodina

Téma: Pojem polovodič, termistor, fotorezistor

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- Kirchhoffovy zákony
- elektrická práce v obvodu stejnosměrného proudu
- elektrický výkon v obvodu stejnosměrného proudu

10–15 min

PI

1. Jak vzniká Joulovo teplo?

- A Přeměnou elektrického proudu na teplo.
- B Přeměnou elektrické energie na vnitřní energii ve vodiči, což vnímáme jako teplo.
- C Přeměnou elektrického napětí v obvodu na teplo.
- D Při velkém napětí ve zdroji dochází k jeho úniku v podobě tepla.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je zvolena pro zlepšení představy o elektrické práci v obvodu a Joulova tepla. Předpokládáme, že by žáci mohli intuitivně správně odpovědět, i když předem přesnou definici znát nebudou.

*Obtížnost otázky: 1***2. Proč se vlákno žárovky přepálí? V kterém místě k tomu dojde?**

- A Je to způsobeno sublimací rozžhaveného materiálu vlákna. K přepálení dojde v nejtenčím místě, kde je největší odpor.
- B Je to způsobeno sublimací rozžhaveného materiálu vlákna. K přepálení dojde v nejtlustším místě vlákna, kde je největší odpor.
- C Je to způsobeno napínáním vlákna elektrickou silou. K přepálení dojde v nejtenčím místě, kde je nejmenší odpor.
- D Je to způsobeno zkratem, který může vzniknout při zapnutí vypínače. K přepálení dojde v nejtenčím místě, kde je nejmenší odpor.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

V této otázce si žáci zopakují nejen vztah pro výkon a odpor, ale navíc si připomenou vztah mezi odporem a průřezem vodiče a dokonce mohou zavzpomínat na změny skupenství látek. [30, str. 46]

Obtížnost otázky: 2

15–20 min

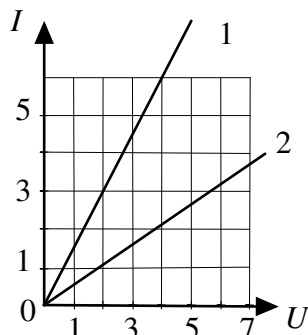
Vysvětlení nové látky:

- pojem polovodič
- termistor
- fotorezistor

10–15 min

PI

3. V grafu na obrázku jsou vyjádřeny závislosti proudu na napětí naměřené při neosvětleném a při osvětleném fotorezistoru. Která přímka popisuje neosvětlený fotorezistor? Porovnejte odpory obou rezistorů.



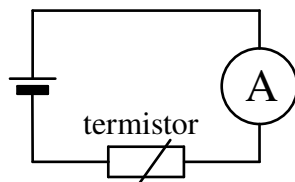
- A Přímka 1. Odpor osvětleného je 2 x větší než neosvětleného.
- B Přímka 1. Odpor osvětleného je 3 x menší než neosvětleného.
- C Přímka 2. Odpor osvětleného je 3 x větší než neosvětleného.
- D Přímka 2. Odpor osvětleného je 3 x menší než neosvětleného.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Zde je potřeba si uvědomit, že v neosvětleném fotorezistoru je méně volných nosičů náboje, takže jeho odpor je větší než u osvětleného fotorezistoru. V úloze si žáci zopakují Ohmův zákon a orientaci v grafu. [25, obrázek]

Obtížnost otázky: 2

4. Jaké úskalí hrozí při měření teploty v zapojení, jako je na obrázku?



- A Při nízkých teplotách je termistor ovlivněn procházejícím velkým proudem, způsobuje vznik Joulova tepla, které zahřeje termistor.
- B Termistor se při vyšších teplotách může zahřát i teplem, který způsobuje procházející velký proud.
- C V tomto zapojení termistor nemůže fungovat.
- D Žádné úskalí nehrozí.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

K této otázce žáci potřebují vědět, jak závisí odpor termistoru na teplotě. Pak už stačí vydedukovat, jaký to má vliv na elektrický proud v obvodu.

Obtížnost otázky: 3

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2. hodina

Téma: Vlastní a příměsové polovodiče

2–5 min

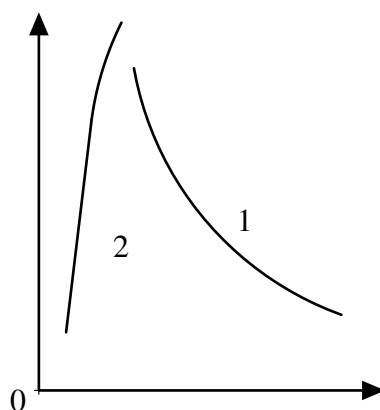
Opakování z minulých hodin:

- pojem polovodič
- termistor a fotorezistor

10–15 min

PI

1. Jestliže jedna z křivek popisuje kov a druhá polovodič, jakou fyzikální závislost popisuje graf? Která křivka vyjadřuje polovodič?



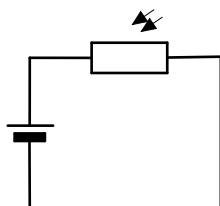
- A Závislost odporu materiálu na teplotě. Křivka 2 označuje polovodič.
- B Závislost teploty materiálu na odporu. Křivka 2 označuje polovodič.
- C Závislost odporu materiálu na teplotě. Křivka 1 označuje polovodič.
- D Závislost teploty materiálu na odporu. Křivka 1 označuje polovodič.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha má smysl, pokud učitel předvede a vysvětlí v předešlé hodině graf závislosti odporu polovodiče na teplotě. Otázku využijeme k procvičení orientace žáků v grafu, u čehož si danou látku zopakují.

Obtížnost otázky: 3

2. Jak se změní proud, když fotorezistor osvítíme?



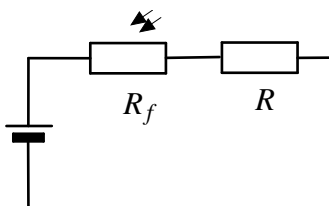
- A Proud se zvýší. B Proud se o něco sníží.
 C Proud bude téměř nulový. D Proud se nezmění.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Otázka je zvolena na procvičení vlastností chování fotorezistoru.

Obtížnost otázky: 1

3. Jak se změní napětí na fotorezistoru, jestliže ho osvítíme?



- A Napětí na fotorezistoru se nezmění.
 B Napětí na fotorezistoru se zvýší.
 C Napětí na fotorezistoru klesne.
 D Napětí na fotorezistoru po osvětlení klesne okamžitě na nulu.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tuto otázku jsme zvolili na procvičení vlastností o chování fotorezistoru.

Obtížnost otázky: 2

15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- vlastní a příměsové polovodiče

10–15 min

PI

4. Která z možností nedocílí u vlastního polovodiče, aby byl lépe schopen vést elektrický proud?

- A Ohřejeme ho.
 B Ochladíme ho.
 C Ozáříme ho.
 D Zvětšíme jeho vnitřní energii.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tuto otázku jsme zvolili pro lepšímu pochopení chování vlastního polovodiče. Je potřeba si uvědomit, co znamená, že dodáme polovodiči energii.

Obtížnost otázky: 1

5. Kdy z těchto případů nenastává úplná rekombinace?

- A Polovodič ochladíme na 0 °C.
- B** Při pokojové teplotě úplná rekombinace nenastane nikdy.
- C Polovodič dáme do temné místnosti.
- D Polovodič osvítíme.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena k lepšímu porozumění látky o polovodičích.

Obtížnost otázky: 2

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

3. hodina

Téma: Polovodičová dioda

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- termistor a fotorezistor
- vlastní a příměsové polovodiče

10–15 min

PI

1. Termistory se používají pro měření rychlosti proudící vody. Na jakém fyzikálním principu je toto měření založeno? Předpokládejme, že se termistor ohřívá velkým proudem.

- A Čím rychleji voda proudí, tím více se termistor ochlazuje a jeho odpor se zmenšuje.
- B** Čím rychleji voda proudí, tím více se termistor ochlazuje a jeho odpor se zvětšuje.
- C Čím rychleji voda proudí, tím více se energie předává termistoru a jeho odpor se zvětšuje.
- D Čím rychleji voda proudí, tím více se energie předává termistoru a jeho odpor se zmenšuje.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

V této úloze jde o to, aby žáci předvedli, jestli dobře pochopili, jak funguje termistor.

Obtížnost otázky: 2

2. Co se nestane, pokud do křemíku přidám bor?

- A Některé atomy křemíku budou nahrazeny atomy boru.
- B V místě nenasyčené vazby vzniknou „díry“.
- C Bude převažovat počet volných elektronů nad počtem děr.
- D Vznikne elektronová vodivost.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tuto otázku můžeme použít při zopakování příměsových polovodičů. Žáci by si měli uvědomit, který typ příměsi jsme použili a co to tedy způsobuje. Záměrně nezdůrazňujeme slovo „nestane“ a necháváme na vyučujícím, jestli bude chtít využít svůj hlas, a to slovo podtrhne, nebo ne.

Obtížnost otázky: 1

15–20 min

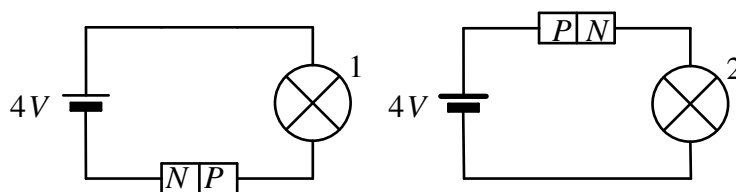
Vysvětlení nové látky:

- přechod PN
- polovodičová dioda
- diodový jev

10–15 min

PI

3. Které žárovky na obrázku budou svítit, za předpokladu, že žárovka svítí při napětí od 2 V do 4 V? Obě žárovky jsou stejné, odpor diod v propustném směru je zanedbatelný.



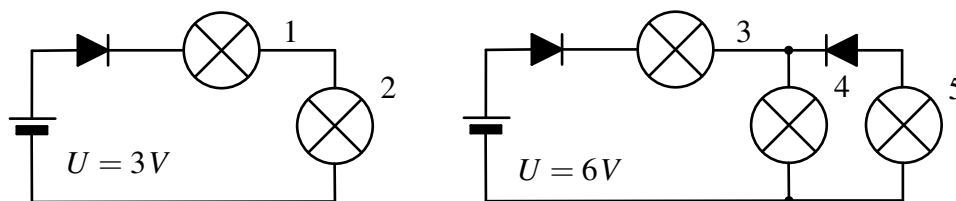
- A Svítí žárovka 1.
- B Svítí žárovka 2.
- C Svítí obě žárovky.
- D Ani jedna žárovka nesvítí.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka je vybrána ke zlepšení představy o chování diody v elektrickém obvodu.

Obtížnost otázky: 1

4. Které žárovky na obrázku budou svítit, za předpokladu, že žárovka svítí při napětí od 2 V do 4 V? Všechny žárovky jsou stejné, odpor diod v propustném směru je zanedbatelný.



- A 1 a 2
- B 3 a 4
- C 1, 3 a 4
- D 3, 4 a 5

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena pro procvičení vlastností chování diody v obvodu.

Obtížnost otázky: 2

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

4. hodina

Téma: Fotodiody

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- vlastní a příměsové polovodiče
- přechod PN, polovodičová dioda
- diodový jev

10–15 min

PI

1. Jaký směr bude mít intenzita pole hradlové vrstvy diody?



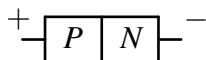
- A Intenzita bude mít směr $P \rightarrow N$.
- B Intenzita bude mít směr $N \rightarrow P$.
- C Intenzita bude kolmá k diodě.
- D Intenzita bude nulová, protože v diodě žádné pole nevzniká, pokud není připojena ke zdroji.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

V této otázce si žáci musí uvědomit, co se děje mezi příměsovými polovodiči dvou různých typů, pokud je dáme velmi blízko k sobě a co způsobuje hradlová vrstva.

Obtížnost otázky: 3

2. Jaký směr bude mít výsledná intenzita pole hradlové vrstvy diody, jestliže diodu připojíme ke zdroji napětí?



- A Intenzita bude mít vždy směr $P \rightarrow N$.
- B Intenzita bude mít vždy směr $N \rightarrow P$.
- C Záleží na tom, jak velké napětí bude na zdroji.
- D Intenzita bude v tomto případě vždy nulová.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha navazuje na předchozí otázku. Pokud žáci u ní dobře pochopí správnou odpověď, neměl by být problém se zodpovězením.

Obtížnost otázky: 3

15–20 min

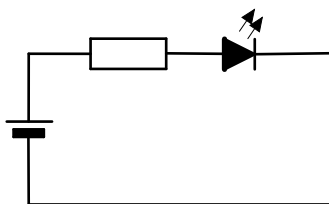
Vysvětlení nové látky:

- luminiscenční diody
- fotodiody

10–15 min

PI

3. Proč je potřeba zapojovat do obvodu k LED ochranný rezistor?



- A Zvyšuje procházející proud obvodem.
- B Omezuje maximální proud procházející diodou.
- C Bez něj by LED nefungovala.
- D Nemá žádnou důležitou funkci.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato úloha je zvolena pro lepší představu zapojování LED. Celá problematika se může

zkonstruovat a ukázat na konkrétním experimentu.

Obtížnost otázky: 2

4. Proč se doporučuje zapojení LED do série?

- A Protože při paralelním zapojení bude diodami procházet malý proud, který je nerozsvítí.
- B Protože v sériovém zapojení vůbec nepotřebujeme předřadný rezistor.
- C Protože potřebujeme zaručit shodný proud pocházející diodami.
- D Protože LED v paralelním zapojení nefungují.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Otázku jsme vybrali pro zlepšení představy o používání LED v obvodech. Úloha se může zapojit a následně se může diskutovat o možnostech odpovědí.

Obtížnost otázky: 3

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2.6 Elektrický proud v kapalinách

1. hodina

Téma: Elektrická disociace, elektrolýza

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- termistor, fotorezistor
- polovodičová dioda, diodový jev
- fotodioda, LED

10–15 min

PI

1. Co se stane po osvětlení fotorezistoru?

- A S rostoucím osvětlením se odpor fotorezistoru zmenšuje a elektrický proud roste.
- B S rostoucím osvětlením roste odpor fotorezistoru i elektrický proud.
- C S klesajícím osvětlením klesá odpor fotorezistoru a roste elektrický proud.
- D S klesajícím osvětlením roste odpor fotorezistoru i elektrický proud.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tady je nutné si uvědomit, že neosvětlená fotodioda má velký odpor, po osvětlení odpor klesne. Od toho se odvíjí chování elektrického proudu.

Obtížnost otázky: 2

2. Co se stane, pokud osvítime fotodiodu zapojenou v obvodu?

- A Vůbec nic.
- B Zvýší se odpor fotodiody.
- C Zmenší se odpor fotodiody, ale proud obvodem nebude protékat.
- D Začne téct obvodem proud a fotodioda se stane zdrojem napětí.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka naráží na to, že po osvětlení diodou začne procházet elektrický proud. Pak se stává sama zdrojem napětí.

Obtížnost otázky: 2

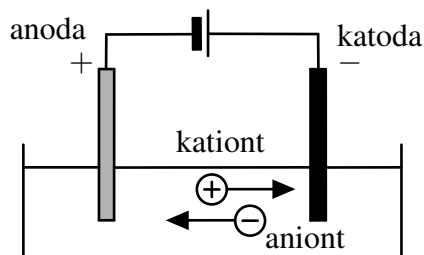
15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- elektrolyt
- elektrická disociace
- elektrolýza

10–15 min

PI

3. Na obrázku je něco zakresleno chybně. Co uděláme, abychom to opravili?

- A Prohodíme anodu s katodou.
- B Prohodíme znaménka u katody a anody.
- C Změníme směr pohybu kationtu a aniontu.
- D Prohodíme polarizaci zdroje.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Úloha zkouší žákovu pozornost, jestli se dokáže v obrázku zorientovat a jestli opravdu ví, jak probíhá elektrolýza.

Obtížnost otázky: 1

4. Děje se něco s měděnou anodou při elektrolytické disociaci modré skalice $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$, jestliže máme uhlíkovou katodu?

- A S anodou se nic neděje.
- B Na anodu se nabaluje více mědi.
- C Anoda se vypařuje do vzduchu.
- D Z anody přechází do roztoku atomy mědi, rozpouští se.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Otázka je zvolena na prověření znalosti žáka o elektrolytické disociaci. Před položením otázky doporučujeme projít tuto reakci, aby si žáci dokázali představit, co se děje s katodou a co s anodou.

Obtížnost otázky: 2

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2. hodina

Téma: Faradayovy zákony pro elektrolýzu

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- elektrolyt
- elektrická disociace
- elektrolýza

10–15 min

PI

1. Jak se změní odpor v elektrolytu, jestliže změníme objem elektrolytu v nádobě?

- A Jestliže se zvýší objem elektrolytu v nádobě, zvýší se i odpor elektrolytu.
- B Jestliže se zvýší objem elektrolytu v nádobě, sníží se odpor elektrolytu.
- C Jestliže se sníží objem elektrolytu v nádobě, sníží se odpor elektrolytu.
- D Odpor elektrolytu se nijak nezmění.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Žáci si zde musí uvědomit, že platí Ohmův zákon stejně jako v jiném klasickém obvodu, na který byli doposud zvyklí. Odpor elektrolytu se chová stejně jako odpor normálního vodiče, tedy je nepřímo úměrný ploše průřezu vodiče.

Obtížnost otázky: 2

2. Mějme prsten, který chceme pokovit rhodium. Co bude anoda a co katoda? Na co si musíme dát pozor u rhodia? Rhodium vytváří kladné ionty.

- A Rhodium zvolíme jako anodu, prsten se stane katodou. Musíme počítat s tím, že rhodium při reakci postupně vymizí.
- B Rhodium zvolíme jako katodu, prsten se stane anodou. Musíme počítat s tím, že rhodium při reakci postupně vymizí.
- C Prsten zvolíme jako anodu, rhodium se stane katodou. Musíme dát pozor, aby se prsten v roztoku nerozpustil.
- D Prsten zvolíme jako katodu, rhodium se stane anodou. Musíme dát pozor, aby se prsten v roztoku nerozpustil.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Pro určení správné odpovědi žáci potřebují vědět, že předmět, který chceme pokovit, se použije jako katoda, kov, kterým budeme pokovovat, bude jako anoda. A opět se vrátíme k situaci, kdy musíme znát, co se děje s anodou při elektrolytické disociaci.

Obtížnost otázky: 1

15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- Faradayovy zákony pro elektrolýzu
- jejich využití

10–15 min

PI

3. Jak se změní za určitý čas hmotnost vyloučené látky, která se uvolňuje při elektrolýze, v závislosti na změně elektrického proudu v obvodu?

- A Nezmění se.
- B Zvýšíme-li elektrický proud, sníží se i hmotnost vylučované látky.
- C Snížíme-li elektrický proud, zvýší se hmotnost vylučované látky.
- D Hmotnost vylučované látky se sníží, pokud snížíme elektrický proud.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Otázka je zaměřena na první Faradayův zákon. Je třeba si tedy uvědomit, že elektrický proud procházející elektrolytem je přímo úměrný hmotnosti vyloučené látky při elektrolýze.

Obtížnost otázky: 1

4. Jak se změní za určitý čas hmotnost vyloučené látky, která se uvolňuje při elektrolýze, jestliže oddálíme elektrody od sebe? Elektrické napětí v obvodu je konstantní.

- A Nijak se nezmění.
- B Zvětšíme-li vzdálenost mezi elektrodami, odpor se zmenší a hmotnost vyloučené látky se zvětší.
- C Zvětšíme-li vzdálenost mezi elektrodami, odpor se zmenší a hmotnost vyloučené látky se zmenší.
- D Zvětšíme-li vzdálenost mezi elektrodami, odpor se zvětší a hmotnost vyloučené látky se zmenší.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Otázka je zaměřena na první Faradyův zákon. Je třeba si ale uvědomit, že odpor elektrolytu je přímo úměrný vzdálenosti mezi elektrodami a zároveň je nepřímo úměrný hmotnosti vyloučené látky při elektrolýze.

Obtížnost otázky: 2

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

3. hodina

Téma: Galvanické články, akumulátory

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- elektrická disociace, elektrolýza
- Faradayovy zákony pro elektrolýzu

10–15 min

PI

1. Na pomědění ocelové desky je potřeba 0,2 g Cu. Jak dlouho musí pomědění probíhat, jestliže elektrolytem prochází proud o velikosti 0,5 A. Pomědění probíhá pomocí roztoku modré skalice. Vyjádřete pomocí konstanty A elektrochemického ekvivalentu látky.

$$A \quad t = \frac{0,4}{A} \text{ s} \quad B \quad t = \frac{0,004}{A} \text{ s} \quad C \quad t = \frac{0,4}{A} \text{ ms} \quad D \quad t = \frac{0,1}{A} \text{ s}$$

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tuto úlohu jsme zvolili, aby si žáci procvičili početní vyjádření prvního Faradyova zákona. Není cílem, aby při odpovídání bylo nutné vzít kalkulačku do ruky. Hodnoty jsou jednoduše zvoleny, jde spíše o orientaci a správné dosazení do vztahu.

Obtížnost otázky: 2

2. Jaký náboj je třeba k vyloučení jednoho atomu mědi z modré skalice, tedy CuSO_4 ?

- A Budou zapotřebí 2 elektrony, neboť měď je dvojjazná.
- B Budou zapotřebí 2 protony, neboť měď je dvojjazná.
- C Budou zapotřebí 3 elektrony, neboť modrá skalice je tříprvková sloučenina.
- D Budou zapotřebí 3 protony, neboť modrá skalice je tříprvková sloučenina.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Otázka se vztahuje ke druhému Faradayovu zákonu, který vyjadřuje elektrochemický ekvivalent látky. K zvolení správné odpovědi je nutné vědět, že měď vytváří kationty Cu^{2+} .

Obtížnost otázky: 3

15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- galvanické články
- akumulátory

10–15 min

PI

3. Lze znovu nabít každou baterii (monočlánek)?

- A Lze, nic nám nebrání ji plně znovu nabít.
- B Lze, i když nikdy už baterii nenabijeme nikdy do původního stavu.
- C Nelze, protože nikde nezískáme pro nabíjení baterie dostatečně velké náboje.
- D Nelze, protože nám to nedovolují vnitřní chemické reakce, které nejsou vratné.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Otázka je zvolena, aby si žáci uvědomili, na jakých principech je založen monočlánek. Že vnitřní chemické reakce, které v primárním článku probíhají při vybíjení, není možné vrátit zpět.

Obtížnost otázky: 2

4. Kdy se monočlánek vybíjí nejrychleji?

- A Necháme ho volně ležet na stole.
- B Zapojíme k němu LEDku.
- C Zapojíme k němu žárovku.
- D Zkratujeme ho.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Otázka je vytvořena pro procvičení látky o monočlánku a využití elektrolýzy.

Obtížnost otázky: 2

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2.7 Elektrický proud v plynech a ve vakuu

1. hodina

Téma: Samostatný a nesamostatný výboj v plynu

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- Faradayovy zákony pro elektrolýzu
- galvanické články, akumulátory

10–15 min

PI

1. Co se stane s napětím zdroje, pokud zapojíme více stejných monočlánků k sobě do série? Monočlánky budou zapojeny za sebou + na - .

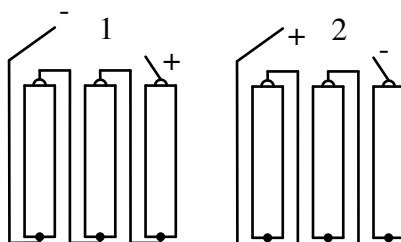
- A Nic, napětí bude stále stejné.
- B Napětí se zvětší.
- C Napětí se zmenší.
- D Napětí bude střídavě růst a klesat.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Otázka se zabývá využitím elektrolýzy v monočláncích. Je potřeba si uvědomit, že při sériovém zapojení monočlánků se jejich napětí sčítají.

Obtížnost otázky: 2

2. Který z obrázků znázorňuje správné zapojení monočlánků do série? Jaké bude celkové napětí, jestliže jsme vybrali monočlánky s napětím 1,5 V?



- A Správné zapojení je č. 1. Celkové napětí bude 0,5 V.
- B Správné zapojení je č. 1. Celkové napětí bude 4,5 V.
- C Správné zapojení je č. 2. Celkové napětí bude 0,5 V.
- D Správné zapojení je č. 2. Celkové napětí bude 1,5 V.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Otázka je zaměřena na využití elektrolýzy v monočláncích. Je potřeba si uvědomit, jakým způsobem sestavujeme sériové zapojení a jak počítáme výsledné napětí.

Obtížnost otázky: 2

15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- samostatný výboj v plynu
- nesamostatný výboj v plynu

10–15 min

PI

3. Mějme nabitý vzduchový kondenzátor. Desky kondenzátoru jsou připojeny k elektroskopu, který ukazuje výchylku. Co se stane s výchylkou, pokud mezi desky kondenzátoru dáme plamen svíčky?

- A Výchylka elektroskopu se zvýší na maximum.
- B Výchylka elektroskopu se zvýší o velmi malou hodnotu.
- C Výchylka elektroskopu klesne na nulu.
- D Výchylka elektroskopu bude stále ukazovat stejnou hodnotu.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

V této otázce si žáci musí uvědomit, že po vložení hořící svíčky mezi desky stane vzduch vodivým a výchylka elektroskopu klesne na nulu. Doporučujeme daný experiment ukázat až po následující otázce.

Obtížnost otázky: 2

4. Mějme nabitý vzduchový kondenzátor. Desky kondenzátoru jsou připojeny k elektroskopu, který ukazuje výchylku. Co je důvodem poklesu výchylky elektroskopu na nulu po vložení svíčky mezi desky kondenzátoru?

- A Svíčka pohltila všechnu elektrickou energii v kondenzátoru, tedy i na elektroskopu.
- B Mezi deskami vzniklo po vložení svíčky napětí.
- C Svíčka pohltila všechny náboj v kondenzátoru.
- D Mezi deskami prošel elektrický proud, protože se vzduch mezi deskami stal po vložení svíčky vodivým.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

V této otázce si žáci musí uvědomit, že po vložení hořící svíčky mezi desky stane vzduch vodivým a výchylka elektroskopu klesne na nulu. Doporučujeme daný experiment ukázat až po této otázce.

Obtížnost otázky: 2

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

2. hodina

Téma: Samostatný výboj v plynu za atmosférického a sníženého tlaku

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- galvanické články
- akumulátory
- samostatný a nesamostatný výboj v plynu

10–15 min

PI

1. Nesamostatný výboj v plynu vzniká díky ionizátoru. Co se nestane, když zvětším napětí?

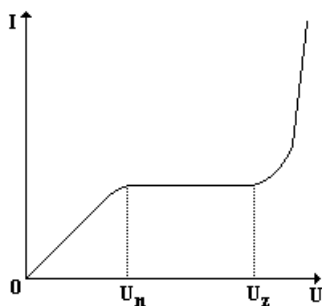
- A Proud lineárně poroste až do nasycení.
- B Ionty v plynu se budou pohybovat rychleji.
- C Více iontů stačí zrekombinovat.
- D Méně iontů stačí zrekombinovat.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Jestliže žáci vědí, co se stane, když zvětšujeme napětí, odpověď lze tedy velmi jednoduše zvolit vylučovací metodou. Opět nezdůrazňujeme slovo „nestane“.

Obtížnost otázky: 2

2. Který zákon při nasyceném proudu neplatí?



- A Zákon zachování náboje
- B Zákon zachování energie
- C Ohmův zákon
- D Všechny zákony normálně platí.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

V této otázce se věnujeme vlastnostem nasyceného proudu. Správnou odpověď žák může vyčíst z grafu na obrázku. [23, obrázek]

Obtížnost otázky: 2

15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- samostatný výboj v plynu za atmosférického a sníženého tlaku

10–15 min

PI

3. Jak to, že dochází za sníženého tlaku ve výbojové trubici k výboji už za mnohem menšího napětí?

- A Při snížení tlaku plynu v trubici se sníží i střední volná dráha elektronů.
- B Při snížení tlaku plynu v trubici se zvětší střední volná dráha elektronů.
- C Při snížení tlaku plynu v trubici se sníží i energie elektronů.
- D Při snížení tlaku plynu v trubici se střední volná dráha elektronů nemění, ale jejich energie výrazně vzroste.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Ke zvolení správné odpovědi je nutné vědět, že snížíme-li tlak plynu, zvětší se střední volná dráha elektronů a zvýší se i práce vykonaná elektrostatickou silou mezi dvěma nárazy nabitě částice na neutrální molekuly, což je důvodem, proč dochází k výboji už za mnohem menšího napětí.

Obtížnost otázky: 2

4. Proč je dobré si u sváření chránit oči?

- A Protože nám do očí může něco spadnout.
- B Protože výboj vylučuje nebezpečné látky.
- C Protože výboj vyzařuje světlo, ve kterém je infračervená složka, která je nebezpečná pro náš zrak.
- D Protože výboj vyzařuje světlo, ve kterém je ultrafialová složka, která je nebezpečná pro náš zrak.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Žáci by si měli uvědomit, že pro naše tělo je nebezpečné ultrafialové záření, které nese větší energii než viditelné světlo.

Obtížnost otázky: 2

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

3. hodina

Téma: Katodové a kanálové záření, emise elektronů

2–5 min

Opakování z minulých hodin:

- nesamostatný a samostatný výboj v plynu
- samostatný výboj v plynu za atmosférického a sníženého tlaku

10–15 min

PI

1. Co se děje s kladnými ionty vzniklými v oblasti katodového doutnavého světla při doutnavém výboji?

- A Zůstávají v oblasti doutnavého světla.
- B Jsou silně urychlovány a dopadají na katodu.
- C Pohybují od katody směrem k anodě.
- D Kvůli vysoké teplotě v trubici se vypaří.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

U této otázky velmi záleží na tom, co probíráme na hodinách. Každopádně, pokud jsme se rozhodli výboje podrobněji probírat můžeme použít i tuto otázku.

Obtížnost otázky: 3

15–20 min

Vysvětlení nové látky:

- katodové a kanálové záření, emise elektronů
- obrazovka

10–15 min

PI

2. Co nepatří mezi vlastnosti katodového záření?

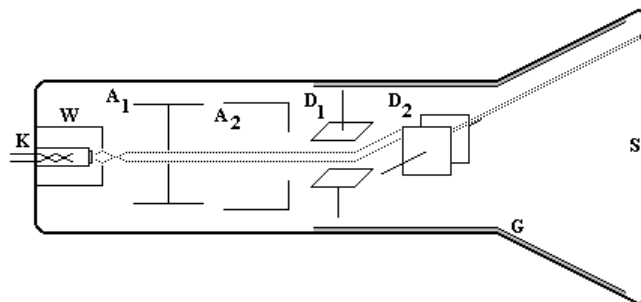
- A Záření způsobuje světélkování a vyvolává rentgenové záření.
- B Má mechanické účinky, dokáže pohnout lehkým předmětem.
- C Nepůsobí na ně magnetické a elektrické pole.
- D Má tepelné účinky, dokáže rozžhavit elektrodu.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Pro správné zodpovězení otázky je důležité znát vlastnosti katodového záření.

Obtížnost otázky: 2

3. Na obrázku je CRT obrazovka. Tyto obrazovky měli nevýhodu příliš velké hloubky. Jak tato nevýhoda vyplývá z konstrukce obrazovky?



- A Hloubka je daná vzdáleností, kterou potřebujeme pro vytvoření a vychýlení proudu elektronů.
- B Hloubka je daná vzdáleností, kterou potřebujeme pro zmenšení původního vzoru obrazu.
- C Hloubka je daná prostorem, který potřebujeme k vměštění příliš velkého počtu nutných součástí obrazovky.
- D Hloubka obrazovky je daná módou doby.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tato otázka se zabývá principem CRT obrazovky. Žáci si lépe uvědomí, jak CRT obrazovka fungovala. [27] [23, obrázek]

Obtížnost otázky: 2

4. V kterém případě nemůže dojít k uvolnění elektronů z elektrody?

- A Dopadem ultrafialového záření na elektrodu.
- B Přiložením magnetického pole k elektrodě.
- C Rozžhavením elektrody.
- D Při samostatném výboji.

(hlasování, diskuze, 2. hlasování, shrnutí, vysvětlení)

Tuto otázku jsme zvolili pro zlepšení představy o tom, za jakých podmínek se mohou elektrony uvolnit z elektrody. Opět schválně nezdůrazňujeme slovo „nemůže“, které žáka může lehce zmást.

Obtížnost otázky: 3

5 min

Shrnutí, zopakování a závěr hodiny

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zhotovit rešerši současného využití metody Peer Instruction ve světě i u nás a vytvořit soubory otázek pro použití metody ve středoškolské výuce fyziky.

V první kapitole se zabýváme rešeršní částí. Nejprve popisujeme jak metoda PI vznikala a pak připojujeme přehled o tom, jak metoda funguje a k jakým účelům byla vymyšlena.

V kapitole druhé jsme zpracovali touto metodou jednotlivé hodiny fyziky, které na sebe navazují. Cílem této části má být jakási sbírka konceptuálních otázek (KonceptTestů) možných k využití ve středoškolské výuce elektřiny.

Těchto otázek je 100 ks, z čehož asi třetina otázek je převzatých z různých zdrojů citovaných u každé otázky zvlášť, při čemž většinu chybných odpovědí musela autorka domyslet. Některé otázky jsou „zdrojem“ jen inspirovány a zbylé KonceptTesty jsou vytvořeny autorkou.

Výsledkem práce je nabídka výběru konceptuálních otázek do hodin k zvolené tématice a soubor informací o metodě s úmyslem najít její hodnotu.

Přáli bychom si, aby tato práce přispěla k většímu rozšíření povědomí o metodě Peer Instruction ve vzdělávání. Doufáme, že to povede k zlepšení pochopení fyzikálních problémů a odstranění miskonceptů, které se mezi studenty vyskytují, a že se práce využije k obohacení výuky fyziky na středních školách.

Díky několika výzkumům, rozhovorům s vyučujícími využívající PI a osobní zkušenosti jsme se přesvědčili, že PI má své cenné přednosti a smysl, ačkoliv možná míra použití metody na středních školách nebude v takovém rozsahu jako by byla na vysokých.

Seznam použité literatury

- [1] *Eric Mazur* [online]. Cambridge: MAZUR, 2019 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <http://ericmazur.com/index.php>
- [2] Peer Instruction for Active Learning - Eric Mazur. In: Youtube [online]. 18.6.2014 [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=Z9orbxoRofI>
- [3] Eric Mazur - Peer Instruction. In: Youtube [online]. 29.5.2015 [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=FUY049rIjdM>
- [4] Eric Mazur shows interactive teaching. In: Youtube [online]. 9.2.2012 [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=wont2v_LZ1E
- [5] *Hlasování jako okamžitá zpětná vazba ve výuce fyziky*. Ústí nad Labem, 2010. Diplomová práce. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně.
- [6] Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics* [online]. 2001, **2001**(69), 970-977 [cit. 2019-04-15]. DOI: 10.1119/1.1374249. Dostupné z: <https://aapt.scitation.org/doi/pdf/10.1119/1.1374249?class=pdf>
- [7] Why Peer Discussion Improves Student Performance on In-Class Concept Questions. *Science* [online]. 2009, **2009** (02), 4 [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <https://science.sciencemag.org/content/323/5910/122/tab-pdf>
- [8] Experience Report: Peer Instruction in Introductory Computing. *SIGCSE '10: Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education*. New York: ACM, 2010, s. 341-345. ISBN 978-1-4503-0006-3.
- [9] *NOVINKY Z OBLASTI VÝUKY METODOU PEER INSTRUCTION* [online]. Praha, 2012 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: http://kdf.mff.cuni.cz/lide/sestakova/Novinky_z_oblasti_vyuky_metodou_Peer_Instruction_DIDFYZ_2012.pdf. článek. Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova.
- [10] Peer Instruction versus Class-wide Discussion in large classes: a comparison of two interaction methods in the wired classroom. *Studies in Higher Education* [online]. 2003, **2003**(28), 458-473 [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <http://www.psy.gla.ac.uk/~steve/evs/papers/nicol2.pdf>
- [11] *Turn to You Neighbor* [online]. Harvard University, 2016 [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <https://peerinstruction.wordpress.com/>

- [12] ŠESTÁKOVÁ, Jana. Osobní sdělení (učitelka ZŠ, mateřská dovolená) dne 17. března 2018
- [13] KOUPILOVÁ, Zdeňka. Osobní sdělení (vysokoškolská vyučující, Didaktika fyziky, Univerzita Kralova, Praha) dne 19. března 2018
- [14] JURMANOVÁ, Jana. Osobní sdělení (vysokoškolská vyučující, Masarykova Univerzita, Brno) dne 25. dubna 2019
- [15] BOCHNÍČEK, Zdeněk. Osobní sdělení (vysokoškolský vyučující, Masarykova Univerzita, Brno) dne 2. května 2019
- [16] ŠESTÁKOVÁ, Jana. Peer Instruction. *FyzWeb* [online]. Praha: Creative Commons, 2014 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/materialy/peer-instruction/>, ISSN 1803-4179
- [17] ŠESTÁKOVÁ, Jana. Případová studie použití metody Peer Instruction na gymnáziu. *SciED* [online]. 2016, 31. 12. 2016, **2016**(2), 17 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/298/316>, ISSN 1804-7106
- [18] SVOBODA, Emanuel. Vytváříme školní vzdělávací programy — fyzika (fyzikální vzdělávání): Varianta P. *Metodický portál: inspirace a zkušenosti učitelů* [online]. Praha: Creative Commons, 2011 [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/G/10497/vytvarime-skolni-vzdelavaci-programy-fyzika-fyzikalni-vzdelavani>, ISSN 1802-4785
- [19] HOLT, John. *Proč děti neprospívají*. Praha: Agentura Strom, 1994. ISBN 80-901662-4-5.
- [20] CANGELOSI, James S. *Strategie řízení třídy*. 2. Praha: Portál, 1996. ISBN 80-7178-083-9.
- [21] MANDÍKOVÁ, Dana a Josef TRNA. *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. Brno: Paido, 2011. ISBN 978-80-7315-226-0.
- [22] KELNAROVÁ, Marie. *Představy žáků o základních vlastnostech elektrického proudu a napětí*. Praha, 2005. Diplomová práce. Univerzita Karlova.
- [23] Závislost odporu kovového vodiče na teplotě. *Encyklopedie fyziky* [online]. Creative Commons, 2006 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/242-zavislost-odporu-kovoveho-vodice-na-teplote>
- [24] MAZUR, Eric. *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997. ISBN 0-13-565441-6.
- [25] LEPIL, Oldřich a kolektiv. *Fyzika: Sbírka úloh pro střední školy*. 2., dotisk. Praha: Prometheus, 2002. ISBN 80-7196-204-X.

- [26] NAHODIL, Josef. *Sbírka úloh z fyziky kolem nás: pro střední školy*. Praha: Prometheus, spol., 2011. ISBN 978-80-7196-409-4.
- [27] *Www.realisticky.cz: když (se) chcete naučit...* [online]. 2010 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <http://www.realisticky.cz/>
- [28] LEPIL, Oldřich a Přemysl ŠEDIVÝ. *Fyzika pro gymnázia: Elektřina a magnetismus*. 5., dotisk. Praha: Prometheus, spol., 2006. ISBN 80-7196-202-3.
- [29] Elektrostatika. *Elektrostatika* [online]. 2004 [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: http://elektross.gjn.cz/el_pole/elstat_odpoved2.html
- [30] NAHODIL, Josef. *Fyzika v běžném životě*. 2., rozšířené. Praha: Prometheus, spol., 2004. ISBN 80-7196-278-3.

