

Vysoká škola strojní a textilní
PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra: fyziky

Kombinace oborů: fyzika - anglický jazyk

BANKA ÚLOH K URČITÉ
STUDIJNÍ JEDNOTCE
Studijní jednotka "Konstantní
proud v kovech"

Diplomová práce 94-PF-KFY-001

Autor: Pavel Cobl

Podpis: Pavel Cobl

Adresa: Vyhlídka 463

Rtyně v Podkrkonoší

542 33

Vedoucí práce: RNDr. Václav Kazda, CSc.

Konzultant DP: Mgr. Jan Weiss

Počet

stran	obrázků	tabulek	příloh
65	43	7	1

V Liberci dne 27. května 1994

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146065732

Vysoká škola strojní a textilní PEDAGOGICKÁ FAKULTA

46117 LIBEREC 1, Sokolská 8/113 Telefon: 23553 Telefax: 23317

Katedra: fyziky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(závěrečného projektu)

pro (diplomant) ... Pavel COBL

obor fyzika - anglický jazyk

Název: ... Banka úloh k určité studijní jednotce

Vedoucí práce: ... RNDr. Václav Kazda, CSc.

Termín odevzdání: ... 30. dubna 1994

Pozn. Podmínky pro zadání práce jsou k nahlédnutí na katedrách. Katedry rovněž formulují podrobnosti zadání. Rámcové zásady pro způsob, obsah a formu zpracování jsou k dispozici na katedrách a na děkanátě pedagogické fakulty.

V Liberci dne 20.5.1993 19..


.....
vedoucí katedry

*Výuka - fyzika
Fyzika - výuka
Chemie - úlohy
Banka úloh*

V. Kazda
.....
děkan

Převzal: PAVEL COBL

Datum: 10.6.93

Podpis: *Pavel Cobl*

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1329, Liberec 1
PŠC 461 17

V43/95P

KFY/F-AJ

ANOTACE

Práce vznikla na základě praktické potřeby učitelů ZŠ, kteří prosvištění učebního obsahu učiva vyžadují velké množství didaktických úloh.

Na základě podrobné analýzy učiva "Konstrukce proudů v kovech" byla sestavena banka 149 úloh, z nichž je 70 úloh původních. Úlohy jsou řazeny respektují strukturu předmětu a příslušné didaktické požadavky.

ANNOTATION

The final project emerged from the primary school teachers' demand for a big amount of different exercises to practice a particular part of the subject matter.

On the basis of a detailed analysis of the subject matter "Current in metals" the bank of 149 exercises was compiled, 70 of them original.

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškerou použitou literaturu."

V Liberci, 27. května 1994.

Pavel Cobl

Pavel Cobl

ANOTACE

Práce vznikla na základě praktické potřeby učitelů ZŠ, kteří k procvičení určitého oddílu učiva spotřebují velké množství monotematických úloh.

Na základě podrobné analýzy učiva "Konstantní proud v kovech" byla sestavena banka 148 úloh, z nichž je 70 úloh původních. Obsah úloh a jejich řazení respektují strukturu předmětu a příslušné didaktické požadavky.

ANNOTATION

The final project emerged from the primary school teachers' demand for a big amount of different exercises to practise a particular part of the subject matter.

On the basis of a detailed analysis of the subject matter "Constant current in metals" the bank of 148 exercises was compiled; 70 exercises are self - designed materials. Contents of the exercises and their order respect the structure of the subject matter and respective methodical requirements.

ZUSAMMEN FASSUNG

Die Arbeit entstand auf dem Grund der praktischen Bedürfnisse der Grundschullehrer, die zum Einüben bestimmtes Lehrstoffes große Menge von den Aufgaben brauchen.

Auf dem Grund ausführlicher Analyse des Lehrstoffes "Konstantstrom in Metallen" war eine Bank von 148 Aufgaben zusammengestellt, von denen 70 original sind. Der Inhalt und die Aufstellung der Aufgaben respektieren die Fachstruktur und zugehörige didaktische Aufforderungen.

OBSAH

Anotace	str. 3
Obsah	4
1. Úvod	5
2. Cíle studijní jednotky	6
2.1 Širší cíl	6
2.2 Užší cíle	6
3. Konstantní proud v kovech	7
3.1 Volné elektrony v kovech	7
3.2 Elektrický proud	8
3.3 Ohmův zákon. Elektrický odpor	9
3.4 Výsledný odpor soustavy rezistorů	10
3.4.1 Výsledný odpor rezistorů spojených vedle sebe	10
3.4.2 Výsledný odpor rezistorů spojených za sebou	11
4. Sbírka úloh	12
4.1 Průchod elektrického proudu obvodem	12
4.1.1 Podmínky průchodu elektrického proudu obvodem	12
4.1.2 Využití měřicích přístrojů	16
4.2 Ohmův zákon	21
4.2.1 Formulace Ohmova zákona	21
4.2.2 Vyjádření Ohmova zákona vzorcem	23
4.2.3 Souvislost Ohmova zákona s jinými zákony	35
4.3 Elektrický odpor	42
4.4 Výsledný odpor soustavy rezistorů	49
4.4.1 Zapojení rezistorů za sebou	49
4.4.2 Zapojení rezistorů vedle sebe	51
4.4.3 Kombinované zapojení	52
4.5 Úlohy pro souhrnné opakování kap. 4.1 - 4.4	55
5. Závěr	63
Seznam použité literatury	64
Příloha	65

1. ÚVOD

V práci jsme se zaměřili na problematiku výkladu Ohmova zákona v učivu fyziky v 8. ročníku základní školy. Toto učivo je pro žáky velice atraktivní. Seznamují se například s podstatou technických zařízení, která znají z běžného života, a dostávají příležitost samostatně sestavovat jednoduché elektrické obvody. Vlastní činností si žáci lépe zapamatují látku a také se naučí pracovat s měřicími přístroji. Žáci zažívají jisté motivační vzrušení při zjišťování závislostí mezi novými fyzikálními veličinami a také rozvíjejí své motorické dovednosti. Vyučování se tak stává zajímavějším.

Úkolem učitele je vyložit látku žákovi a zprostředkovat mu její osvojení. Zároveň by si měl učitel ověřit efektivitu svého působení. K tomu má k dispozici např. různé formy zkoušek: ústní, písemnou, praktickou. Každý učitel potřebuje mít co největší množství příkladů - tzv. "banku" - pro různé druhy zkoušek, protože by se neměly opakovat úlohy stejného typu jen s různě obměňovanými hodnotami. Učebnice jsou velmi omezeným zdrojem příkladů, v současné době nejsou k dispozici ani vhodné sbírky úloh.

Cílem práce je analýza části vybraného učiva z fyziky (disciplíny), jeho rozdělení na dílčí problémy a příprava vhodných úloh k jeho ověření.

Ve vysokoškolské pedagogice bývá zvykem nazývat menší tematické celky učiva studijními jednotkami [1]. V tomto případě se jedná o učivo "Konstantní proud v kovech". Práce je zaměřena na Ohmův zákon a problematiku elektrického odporu. Pro zjednodušení formulací budeme termín studijní jednotka používat jen v kapitole 2. V práci se občas užívá slovo "příklad" jako synonymum pro slovo "úloha". Fyzikální terminologie důsledně vychází z platných učebnic a Slovníku školské fyziky [2].

Analýza učiva pro výběr úloh vychází ze stručného zopakování potřebné partie z nauky o elektřině tak, jak se obvykle probírá na vysoké škole [3, 4].

2. CÍLE STUDIJNÍ JEDNOTKY

V této kapitole stanovíme širší cíl studijní jednotky "Konstantní proud v kovech" a rozdělíme učivo na užší cíle. Vymezení širšího cíle slouží učitelům ke kontrole celkového zvládnutí látky, užší cíle mohou využít žáci pro autokorekci. Užší cíle jim mohou být předloženy např. formou kontrolních otázek.

Splnění širšího cíle je podmíněno splněním celé řady užších cílů. Vybrali jsme jen takové užší cíle, k jejichž splnění je třeba vyřešit kvantitativní, eventuálně kombinované úlohy. V práci jsou zadávány úlohy textové a grafické. Vzhledem k zadání práce neuvádíme záměrně praktické úlohy, tzn. úlohy vyžadující jakékoliv měření.

Učivo "Konstantní proud v kovech" je užší částí učiva "Zákony elektrického proudu v obvodech".

2.1 Širší cíl

Popsat jednoduchý elektrický obvod, vysvětlit jeho charakteristické prvky a zásady zapojování. Objasnit Ohmův zákon, použít ho v jednoduchých výpočtech a demonstrovat jeho praktické užití (měření ampérmetrem, voltmetrem, výsledný odpor soustavy rezistorů).

2.2 Užší cíle

1. Popsat jednoduchý elektrický obvod, rozlišit jeho prvky a přiřadit k nim charakteristické veličiny. Vysvětlit zásady zapojování prvků jednoduchého elektrického obvodu.
2. Určit závislost elektrického proudu protékajícího vodičem na elektrickém napětí mezi konci vodiče. Definovat a vysvětlit elektrický odpor vodiče, zavést jednotku elektrického odporu (ohm).
3. Definovat a interpretovat Ohmův zákon, pomocí matematického vyjádření aplikovat Ohmův zákon při řešení jednoduchých úloh.
4. Vysvětlit a ilustrovat závislost elektrického odporu vodiče na jeho délce, obsahu kolmému řezu a materiálové konstantě.
5. Napsat vztah pro výpočet a určit výsledný odpor spotřebičů spojených za sebou (sériově) a vedle sebe (paralelně) a v kombinaci těchto zapojení.

3. KONSTANTNÍ PROUD V KOVECH

Výklad vychází z představ klasické elektronové teorie, podle níž elektrony v kovech konají chaotický pohyb určitou rychlostí. Tato rychlost závisí na teplotě kovu a např. při pokojové teplotě je řádu asi $10^5 - 10^6 \frac{m}{s}$.

Vnější elektrické pole způsobuje, že se přes tento neuspořádaný pohyb elektronů překládá pohyb uspořádaný. Tak vzniká elektrický proud [3].

3.1 Volné elektrony v kovech

Vnější homogenní pole intenzity E působí na volný elektron v kovu s nábojem e silou

$$\mathbf{F} = e \cdot \mathbf{E} . \quad (1)$$

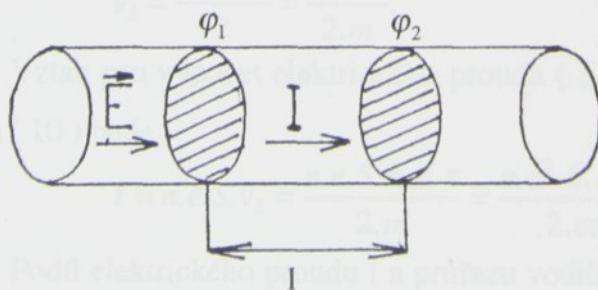
Podle představ klasické elektronové teorie se působením této síly volné elektrony pohybují rychlostí v ve směru délky vodiče. Kdyby se volné elektrony pohybovaly ve vakuu, jejich rychlost by se zvyšovala v závislosti na čase - elektrony by konaly rovnoměrně zrychlený pohyb. Tím by se zvyšovala hodnota elektrického proudu I .

V kovových vodičích se volné elektrony při svém pohybu neustále srážejí s ionty mřížky a předávají jim svou kinetickou energii získanou v elektrickém poli. Konstantní vnější elektrické pole vyvolá uvnitř vodiče konstantní elektrický proud.

V kovovém vodiči protékaném proudem I vybereme dva příčné řezy vzdálené o délku l . Jejich potenciály jsou φ_1, φ_2 . Elektrické napětí mezi těmito řezy bude

$$u = \varphi_1 - \varphi_2 = E \cdot l . \quad (2)$$

Elektrony se ve vodiči budou pohybovat proti směru vektoru elektrické intenzity $\mathbf{E}$. Jejich volná dráha pohybu (tj. dráha elektronu mezi dvěma po sobě bezprostředně následujícími srážkami s ionty mřížky) je velmi malá, proto i rychlost uspořádaného pohybu volných elektronů nyní nahradíme střední rychlostí v_s ve směru tohoto pohybu.



Obr. 3.1

3.2 Elektrický proud

Elektrický proud (jev) je uspořádaný pohyb nosičů elektrického náboje. Projde-li průřezem vodiče za dobu t vždy náboj Q , zavádíme elektrický proud (konstantní v čase) jako skalární veličinu

$$I = \frac{Q}{t}, \quad (3)$$

Když elektrický náboj Q je uložen v určitém objemu vodiče o průřezu S a délce l , můžeme jeho velikost vyjádřit

$$Q = n \cdot e \cdot S \cdot l, \quad (4)$$

kde n je počet volných elektronů v objemové jednotce.

Dosazením vztahu (4) do (3) vychází pro velikost elektrického proudu vztah

$$I = \frac{Q}{t} = n \cdot e \cdot S \cdot \frac{l}{t} = n \cdot e \cdot S \cdot v_s, \quad (5)$$

kde v_s je střední rychlost uspořádaného pohybu elektronů. Střední rychlost uspořádaného pohybu elektronů je pak :

$$v_s = \frac{0 + v_{\max}}{2}, \quad (6)$$

kde $v_{\max}$ je maximální rychlost elektronů, tzn. rychlost elektronů těsně před srážkou s ionty mřížky. Rychlost elektronů bezprostředně po srážce je nulová. Mezi dvěma po sobě následujícími srážkami uplyne tzv. střední doba τ volného pohybu elektronů. Vyjádříme-li

$$v_{\max} = a \cdot \tau, \quad (7)$$

kde a je zrychlení elektronů v čase τ , je podle (6)

$$v_s = \frac{0 + a \cdot \tau}{2}. \quad (8)$$

Zrychlení a ve směru délky vodiče je pak podle (1) podíl síly F a klidové hmotnosti elektronů m

$$a = \frac{F}{m} = \frac{e \cdot E}{m}. \quad (9)$$

Dosazením vztahu (9) do (8) určíme střední rychlost uspořádaného pohybu elektronů :

$$v_s = \frac{0 + a \cdot \tau}{2} = \frac{\tau \cdot e \cdot E}{2 \cdot m}. \quad (10)$$

Vztah pro výpočet elektrického proudu (5) po dosazení za v_s ze vztahu (10) bude :

$$I = n \cdot e \cdot S \cdot v_s = \frac{n \cdot e \cdot S \cdot E \cdot e \cdot \tau}{2 \cdot m} = \frac{n \cdot e^2 \cdot S \cdot E \cdot \tau}{2 \cdot m}. \quad (11)$$

Podíl elektrického proudu I a průřezu vodiče S je *hustota elektrického proudu*

$$j = \frac{I}{S}. \quad (12)$$

3.3 Ohmův zákon. Elektrický odpor

Předpokládejme, že v našem případě $j = konst$ v každém bodě plochy S a směr pohybu elektronů souhlasí se směrem i orientací normály této plochy (proudová hustota je obecně vektorovou veličinou [2]).

Potom

$$j = \frac{E \cdot n \cdot e^2 \tau}{2 \cdot m} = E \cdot \gamma, \quad (13)$$

kde γ je *konduktivita* daného kovu :

$$\gamma = \frac{n \cdot \tau \cdot e^2}{2 \cdot m}. \quad (14)$$

V ideálním vodiči, jehož teplota je konstantní, počet volných elektronů též konstantní, se doba jejich volného pohybu ve vodiči nemění. Hustota proudu j je proto podle (13) úměrná intenzitě E elektrického pole, což vyjadřuje Ohmův zákon v diferenciálním tvaru. Ohmův zákon v integrálním tvaru vyplývá ze vztahu (11) :

$$I = S \cdot E \cdot \frac{n \cdot e^2 \cdot \tau}{2 \cdot m} = \gamma \cdot S \cdot E = \gamma \cdot S \cdot \frac{U}{l} = \frac{U}{\frac{l}{\gamma \cdot S}} = \frac{U}{R}.$$
$$I = \frac{U}{R}. \quad (15)$$

kde R je *elektrický odpor* (*rezistance*) vodiče :

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}. \quad (16)$$

Takový vodič s odporem R se nazývá rezistor. Elektrický odpor R vodiče tedy závisí na geometrických a elektrických vlastnostech vodiče. Jednotkou elektrického odporu je *ohm* (Ω).

Vztah (15) je matematickým vyjádřením Ohmova zákona, jenž je jedním ze základních zákonů elektrického proudu : *Elektrický proud v kovovém vodiči je přímo úměrný napětí mezi konci vodiče a nepřímo úměrný elektrickému odporu vodiče .*

Podle (15) platí, že elektrickým odporem 1Ω se vyznačuje vodič, kterým při napětí 1V prošel proud 1A :

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}.$$

Převrácená hodnota konduktivity je *rezistivita* ρ :

$$\rho = \frac{1}{\gamma}. \quad (17)$$

Dosazením (17) do (16) platí pro výpočet elektrického odporu vodiče

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S} = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{l}{S} = \rho \cdot \frac{l}{S}. \quad (18)$$

3.4 Výsledný odpor soustavy rezistorů

Rezistor je prvek elektrického obvodu, který je charakterizován svým odporem R [2]. Několik rezistorů (např. tři) s odpory R_1, R_2, R_3 můžeme připojit k vodiči s elektrickým proudem I buď vedle sebe nebo za sebou [4] (obr. 3.2., resp. 3.3.).

3.4.1 Výsledný odpor rezistorů spojených vedle sebe

Všechny rezistory na obr.3.2. jsou připojeny ke stejnému napětí U .

Pro jednotlivé proudy procházející rezistory platí

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{U}{R_1}, \\ I_2 &= \frac{U}{R_2}, \\ I_3 &= \frac{U}{R_3}. \end{aligned} \quad (19)$$

Celkový proud v čase t podle zákona zachování elektrického náboje je

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} = U \cdot \sum \frac{1}{R_k}. \quad (20)$$

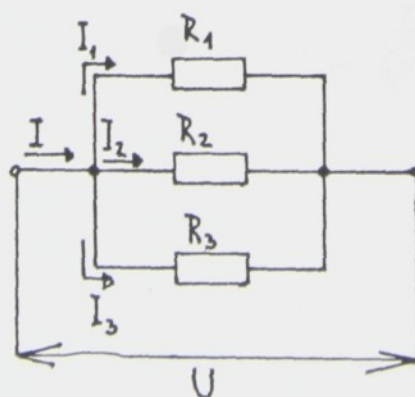
Z tohoto vztahu vyplývá pro soustavu rezistorů spojených vedle sebe (paralelně) jejich výsledný odpor

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1}{\sum \frac{1}{R_k}}. \quad (21)$$

Odtud

$$\frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_k}. \quad (22)$$

Při zapojení rezistorů vedle sebe se převrácená hodnota výsledného odporu rovná součtu převrácených hodnot jednotlivých odporů .

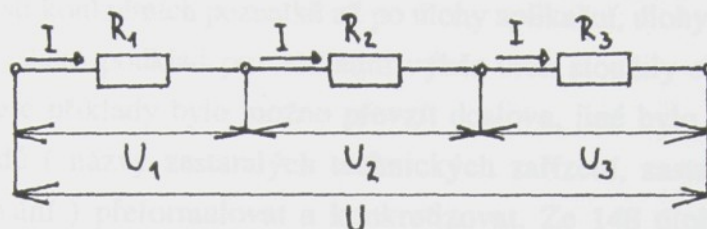


Obr. 3.2.

3.4.2 Výsledný odpor rezistorů spojených za sebou

Při spojení rezistorů za sebou (v sérii , obr. 3.3.) prochází každým rezistorem stejný elektrický proud I a na jednotlivých rezistorech je napětí

$$U_K = I \cdot R_K. \quad (23)$$



Obr. 3.3.

Celkové napětí U , ke kterému je soustava rezistorů připojena , je

$$U = \sum U_K = \sum I \cdot R_K = I \cdot \sum R_K, \quad (24)$$

z čehož plyne pro celkový odpor soustavy rezistorů spojených za sebou (sériově)

$$R = \frac{U}{I} = \sum R_K. \quad (25)$$

Při zapojení rezistorů za sebou se celkový odpor soustavy rovná součtu odporů jednotlivých rezistorů .



Obr. 4.1. Schema k úloze 4.1.

Úloha 4.1. a) R_1, R_2 , b) R_1, R_2, R_3 , c) R_1, R_2 .

4. SBÍRKA ÚLOH

Učivo jsme rozdělili na dílčí problémy, jež byly formulovány v části "2.2 Užší cíle". Z nich vychází základní sled úloh. Další pořadí úloh respektuje strukturu předmětu [5], tj. nejprve jsou zařazeny úlohy ověřující znalost a pochopení jevů, potom veličin atd. Konečně jsou úlohy řazeny podle náročnosti odpovídající Bloomově taxonomii [1], tj. od úloh ověřujících znalosti konkrétních poznatků až po úlohy aplikační, úlohy na analýzu atd.

Jako podklad pro základní výběr úloh sloužily sbírky [6 - 15]. Některé příklady bylo možno převzít doslova, jiné bylo nutno z různých důvodů (názvy zastaralých technických zařízení, zastaralý způsob vyjadřování) přeformulovat a konkretizovat. Ze 148 úloh zařazených do sbírky je 70 příkladů původních (v textu jsou označeny značkou * za číslem úlohy). Úplný výčet původních příkladů je uveden v příloze na str. .

Sbírka úloh je určena učitelům, proto jsou některé příklady záměrně uvedeny v obecné formě, aby je bylo možno přizpůsobit konkrétním podmínkám. Na začátku každého oddílu je několik příkladů vzorově řešeno podle obvyklého schematu : zadání → zápis potřebných veličin včetně převodu jednotek → vzorec / postup → číselné dosazení → výsledek → odpověď. U zbývajících obdobných úloh je vynecháno číselné řešení a uvádí se jen výsledek. Obtížnější souhrnné úlohy (na konci každého oddílu) jsou obvykle řešené.

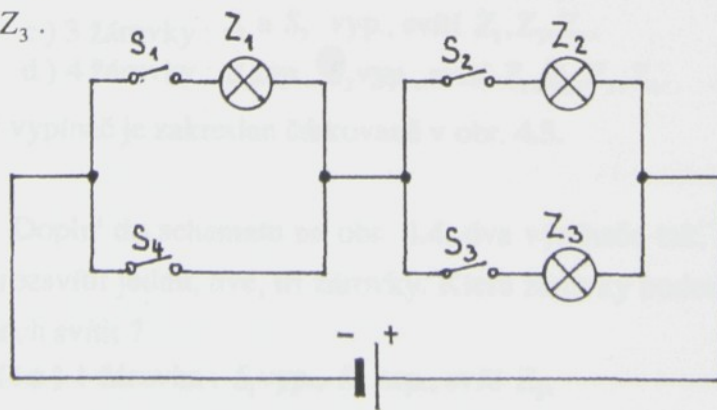
Vzhledem k běžnému použití kalkulačků nebylo nutné upravovat zadávané hodnoty tak, aby žáci dospěli k celočíselným řešením.

4.1 Průchod elektrického proudu obvodem

4.1.1 Podmínky průchodu elektrického proudu obvodem

1) Tři žárovky jsou zapojeny podle obrázku 4.1. Urči, které vypínače uzavřeš, aby svítily současně pouze žárovky : a) Z_1, Z_2 , b) Z_2, Z_3 ,

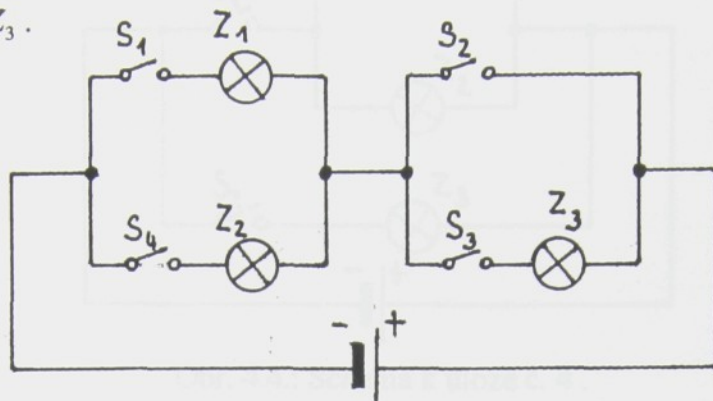
c) Z_1, Z_3 .



Obr. 4.1.: Schema k úloze č. 1.

Řešení : a) S_1, S_2 , b) S_2, S_3, S_4 , c) S_1, S_3 .

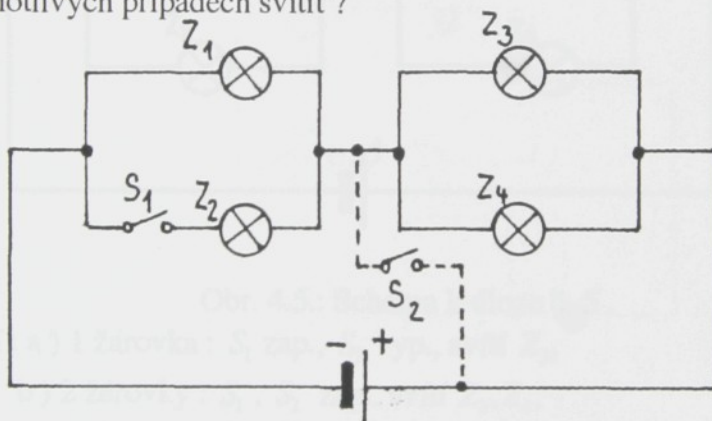
2) Tři žárovky jsou zapojeny podle obr. 4.2. Urči, které vypínače uzavřeš, aby svítily vždy současně pouze žárovky : a) Z_1, Z_2 , b) Z_2, Z_3 , c) Z_1, Z_3 .



Obr. 4.2.: Schema k úloze č. 2.

Řešení : a) S_1, S_2, S_4 , b) S_3, S_4 , c) S_1, S_3 .

3*) Zařaď do elektrického obvodu na obr. 4.3. druhý vypínač tak, abys mohl postupně rozsvítit jednu, dvě, tři, čtyři žárovky. Které žárovky budou v jednotlivých případech svítit ?



Obr. 4.3.: Schema k úloze č. 3.

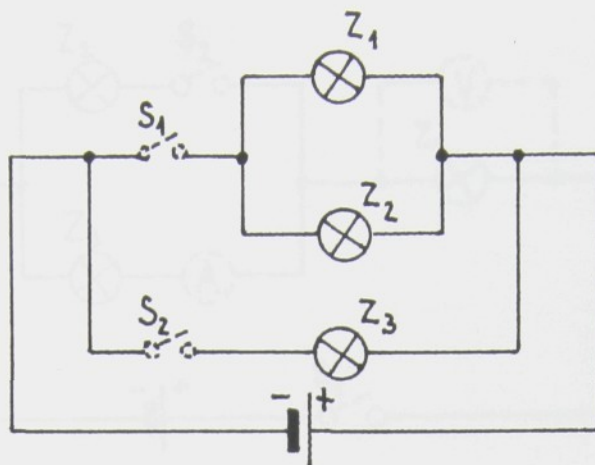
- Řešení : a) 1 žárovka : S_1 vyp., S_2 zap., svítí Z_1 ,
 b) 2 žárovky : S_1 a S_2 zap., svítí Z_1, Z_2 ,
 c) 3 žárovky : S_1 a S_2 vyp., svítí Z_1, Z_3, Z_4 ,
 d) 4 žárovky : S_1 zap., S_2 vyp., svítí Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 .

Druhý vypínač je zakreslen čárkovaně v obr. 4.3.

4*) Dopln' do schematu na obr. 4.4. dva vypínače tak, abys mohl postupně rozsvítit jednu, dvě, tři žárovky. Které žárovky budou v jednotlivých případech svítit ?

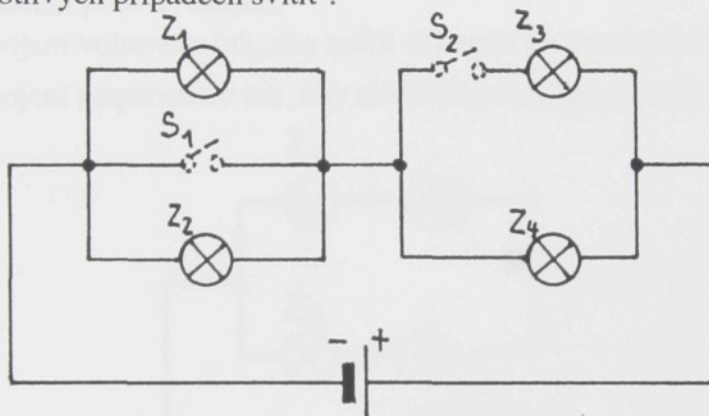
- Řešení : a) 1 žárovka : S_1 vyp., S_2 zap., svítí Z_3 ,
 b) 2 žárovky : S_1 zap., S_2 vyp., svítí Z_1, Z_2 ,
 c) 3 žárovky : S_1, S_2 zap., svítí Z_1, Z_2, Z_3 .

Oba vypínače jsou zakresleny čárkovaně v obr. 4.4.



Obr. 4.4.: Schema k úloze č. 4 .

5*) Zařad' do elektrického obvodu na obr. 4.5. dva vypínače tak, abys mohl postupně rozsvítit jednu, dvě, tři, čtyři žárovky. Které žárovky budou v jednotlivých případech svítit ?



Obr. 4.5.: Schema k úloze č. 5 .

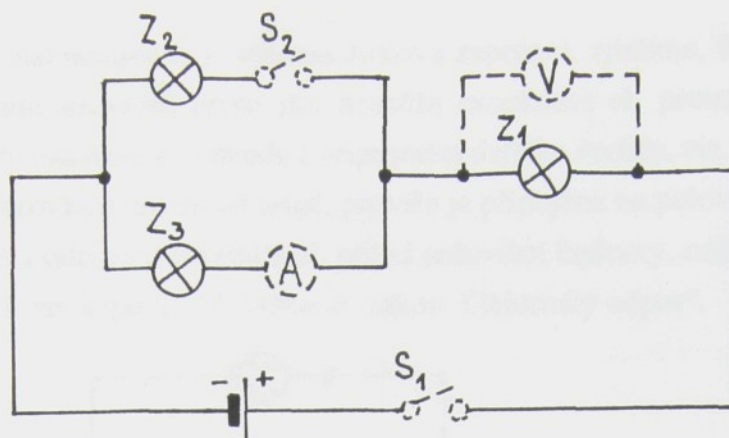
- Řešení : a) 1 žárovka : S_1 zap., S_2 vyp., svítí Z_3 ,
 b) 2 žárovky : S_1 , S_2 zap., svítí Z_3, Z_4 ,
 c) 3 žárovky : S_1 , S_2 vyp., svítí Z_1, Z_2, Z_3 ,
 d) 4 žárovky : S_1 vyp., S_2 zap., svítí Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 .

Oba vypínače jsou čárkovaně zakresleny v obr. 4.5.

6) Do elektrického obvodu na obr. 4.6. dopln':

- a) označení pólů el. článku,
- b) zapojení ampérmetru tak, aby měřil el. proud procházející žárovkou Z_3 ,
- c) zapojení voltmetru tak, aby měřil el. napětí U na svorkách žárovky Z_1 ,
- d) vypínač S_2 tak, aby ovládal pouze žárovku Z_2 ,
- e) vypínač S_1 tak, aby ovládal celý obvod.

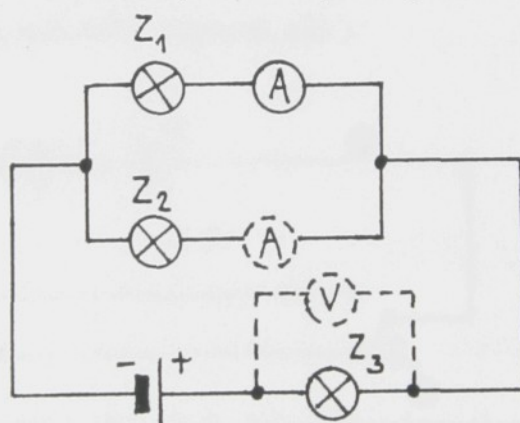
Řešení : Zakresleno čárkovaně v obr. 4.6.



Obr. 4.6.: Schema k úloze č. 6.

7) Do elektrického obvodu na obr. 4.7. doplň:

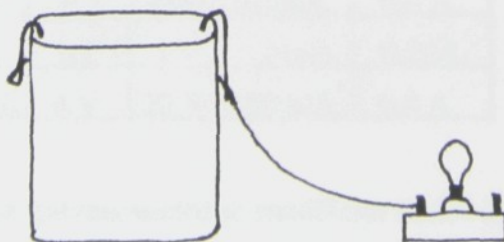
- a) označení pólů el. článku,
- b) zapojení voltmetru tak, aby měřil el. napětí na svorkách žárovky Z_3 ,
- c) zapojení ampérmetru tak, aby měřil el. proud procházející žárovkou Z_2 .



Obr. 4.7.: Schema k úloze č. 7.

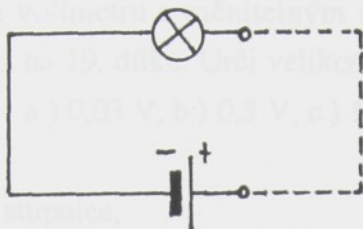
Řešení: Zakresleno čárkovaně v obr. 4.7.

8*) Jirka si v železářství koupil žárovku na el. napětí 9 V a plochou baterií. Doma v garáži našel drát, který zapojil mezi baterii a žárovku podle obr. 4.8.a. Žárovka se nerozsvítila, přestože baterie byla nová a nevybitá. Kde udělal Jirka chybu ?



Obr. 4.8.a. k úloze č. 8

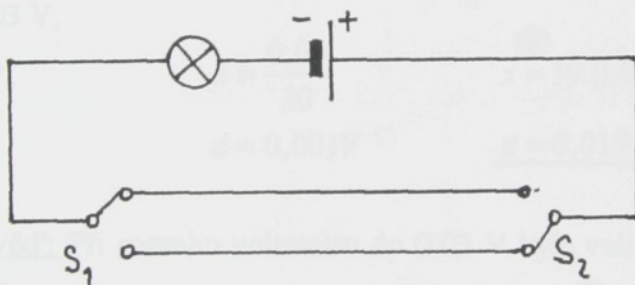
Řešení : Nakreslíme-li si schema Jirkova zapojení, zjistíme, že elektrický obvod není uzavřen, proto jím nemůže procházet el. proud a žárovka nesvítí. Po uzavření el. obvodu (připojením dalšího vodiče, viz. obr. 4.8.b.) nebude žárovka svítit úplně jasně, protože je připojena na poloviční napětí a při stejném odporu jí prochází el. proud poloviční hodnoty, což žáci pochopí po probrání kapitoly "3.3 Ohmův zákon. Elektrický odpor".



Obr. 4.8.b.: Schema k řešení úlohy č. 8.

9*) Navrhni zapojení světla na schodišti rodinného domku mezi přízemím a prvním patrem tak, abys mohl rozsvěcet a zhasínat světlo dle potřeby (rozuměj rozsvítit, sejít dolů, zhasnout, atd.).

Řešení : Obr. 4.9.



Obr 4.9. k úloze č. 9 : Schodišťové zapojení.

4.1.2 Využití měřicích přístrojů

10) Stupnice měřicího přístroje (galvanometru) je rozdělena na 30 dílků. Dopln' do tabulky č.1 velikost el. proudu a napětí pro uvedené rozsahy.

Řešení : Tab. č.1, vyšrafovaná část.

Tab. č.1:

	voltmetr		ampérmetr	
rozsah	6 V	30 V	30 mA	0,6 A
1 dílek	0,2 V	1 V	1 mA	0,02 A
20 dílků	4 V	20 V	20 mA	0,4 A

11) Stupnice galvanometru je rozdělena na 20 dílků. Dopln' do tabulky č.2 velikost el. proudu a napětí pro uvedené rozsahy.

Řešení : Tab. č.2, vyšrafovaná část.

Tab. č.2 :

	voltmetr		ampérmetr	
rozsah	24 V	12 V	20 mA	0,4 A
1 dílek	1,2 V	0,6 V	1 mA	0,02 A
15 dílků	18 V	9 V	15 mA	0,3 A

12*) Ručička voltmetru s měnitelným rozsahem, jehož stupnice má 30 dílků, se ustálila na 19. dílku. Urči velikost měřeného el. napětí, jsou-li jednotlivé rozsahy : a) 0,03 V, b) 0,3 V, c) 1,5 V, d) 3 V, e) 12 V.

Řešení :

p = počet dílků stupnice,

d = hodnota 1 dílku,

r = rozsah,

x = hodnota měřené veličiny,

v = výchylka v počtu dílků stupnice.

a) 1. řešení :

$$p = 30, \quad d = \frac{r}{p} \quad x = v \cdot d$$

$$r = 0,03 \text{ V},$$

$$v = 19, \quad d = \frac{0,03}{30} \quad x = 19 \cdot 0,001$$

$$d = ?, \quad d = 0,001 \text{ V} \quad \underline{x = 0,019 \text{ V} = 19 \text{ mV}}$$

$$x = ?$$

Odpověď: Při rozsahu voltmetru do 0,03 V byla velikost měřeného napětí 19 mV.

2. řešení :

$$p = 30, \quad \frac{v}{p} = \frac{x}{r}$$

$$r = 0,03 \text{ V}, \quad x = \frac{v \cdot r}{p}$$

$$v = 19, \quad x = \frac{19 \cdot 0,03}{30}$$

$$x = ? \quad \underline{x = 0,019 \text{ V} = 19 \text{ mV}}$$

Odpověď: Při rozsahu voltmetru do 0,03 V byla velikost měřeného napětí 19 mV.

$$b) \quad p = 30, \quad x = \frac{v \cdot r}{p}$$

$$r = 0,3 \text{ V}, \quad \underline{x = 0,19 \text{ V}}$$

$$v = 19,$$

$$x = ?$$

Odp.: Při rozsahu voltmetru do 0,3 V byla velikost měřeného napětí 0,19 V.

$$\begin{aligned} \text{c) } p &= 30, & x &= \frac{v \cdot r}{p} \\ r &= 1,5 \text{ V}, & x &= \underline{0,95V} \\ v &= 19, \\ x &= ? \end{aligned}$$

Odp.: Při rozsahu voltmetru do 1,5 V byla velikost měřeného napětí 0,95 V.

$$\begin{aligned} \text{d) } p &= 30, & x &= \frac{v \cdot r}{p} \\ r &= 3 \text{ V}, & x &= \underline{1,9V} \\ v &= 19, \\ x &= ? \end{aligned}$$

Odp.: Při rozsahu voltmetru do 3 V byla velikost měřeného napětí 1,9 V.

$$\begin{aligned} \text{e) } p &= 30, & x &= \frac{v \cdot r}{p} \\ r &= 12 \text{ V}, & x &= \underline{7,6V} \\ v &= 19, \\ x &= ? \end{aligned}$$

Odp.: Při rozsahu voltmetru do 12 V byla velikost měřeného napětí 7,6 V.

13*) Rozsah voltmetru je 24 V. Při měření el. napětí se ručička ustálila na 24. dílku stupnice, která má 30 dílků. Jakou velikost má měřené el. na-pětí ?

$$\begin{aligned} p &= 30, & x &= \frac{v \cdot r}{p} \\ r &= 24 \text{ V}, & x &= \underline{19,2V} \\ v &= 24, \\ x &= ? \end{aligned}$$

Odp.: Velikost měřeného napětí je 19,2 V.

14*) Stupnice ampérmetru je rozdělena na 25 dílků, jeho měřicí rozsah je 1,5 A. Jaká je velikost měřeného proudu, jestliže se ručička přístroje ustálila na 19. dílku stupnice ?

$$\begin{aligned} p &= 25, & x &= \frac{v \cdot r}{p} \\ r &= 1,5 \text{ A}, & x &= \underline{1,14A} \\ v &= 19, \\ x &= ? \end{aligned}$$

Odp.: Velikost měřeného proudu je 1,14 A.

15*) Rozsah měřicího přístroje je 100 mA. Při měření fyzikální veličiny se ručička přístroje ustálila na 33. dílku. Jaká je velikost měřené veličiny,

jestliže stupnice přístroje je rozdělena na 40 dílků ? O jaký měřicí přístroj se jedná a jakou fyzikální veličinu jím měříš ?

$$p = 40, \quad x = \frac{v \cdot r}{p}$$

$$r = 100 \text{ mA}, \quad \underline{x = 82,5 \text{ mA}}$$

$$v = 33,$$

$$x = ?$$

Odp.: Jedná se o ampérmetr, měřím jím el. proud.

Velikost měřeného proudu byla 82,5 mA.

16*) O kolik dílků se vychýlí z nulové polohy ručička voltmetru, je-li jeho stupnice rozdělena na 60 dílků a velikost měřeného napětí při rozsahu do 6V je 4,5V?

$$p = 60, \quad v = \frac{x \cdot p}{r}$$

$$r = 6 \text{ V}, \quad \underline{v = 45}$$

$$x = 4,5 \text{ V},$$

$$v = ?$$

Odp.: Ručička voltmetru se vychýlí o 45 dílků.

17*) Stupnice voltmetru je rozdělena na 50 dílků, rozsah jsme zvolili do 12 V. Jaká bude výchylka ručičky při měření el. napětí velikosti 9V ?

$$p = 50, \quad v = \frac{x \cdot p}{r}$$

$$r = 12 \text{ V}, \quad \underline{v = 37,5}$$

$$x = 9 \text{ V},$$

$$v = ?$$

Odp.: Ručička voltmetru se ustálí mezi 37. a 38. dílkem stupnice.

18*) Urči použitý rozsah ampérmetru, jestliže při měření el. proudu $I = 50 \text{ mA}$ se ručička přístroje vychýlila z nulové polohy o 10 dílků. Stupnice přístroje má 30 dílků.

$$p = 30, \quad r = \frac{p \cdot x}{v}$$

$$v = 10, \quad \underline{r = 150 \text{ mA}}$$

$$x = 50 \text{ mA},$$

$$r = ?$$

Odp.: Použitý rozsah ampérmetru byl 150mA.

19*) Jaký měřicí rozsah byl nastaven na ampérmetru, když při měření el. proudu $I = 0,55 \text{ A}$ se ustálila výchylka ručičky přístroje na 22. dílku stupnice ? Stupnice byla rozdělena na 40 dílků.

$$p = 40, \quad r = \frac{p \cdot x}{v}$$

$$v = 22, \quad \underline{r = 1A}$$

$$x = 0,55A,$$

$$r = ?$$

Odp.: Rozsah ampérmetru byl 1A.

20*) V elektrickém obvodu jsou zapojeny dva měřicí přístroje - ampérmetr a voltmetr. Stupnice obou přístrojů mají 40 dílků. Ručička ampérmetru se při měření el. proudu $I = 0,45A$ ustálila na 36. dílku stupnice. Ručička voltmetru se při měření el. napětí $U = 7,8V$ ustálila na 13. dílku stupnice. S jakými rozsahy pracovaly oba přístroje ?

a) ampérmetr

$$p = 40, \quad r = \frac{p \cdot x}{v}$$

$$v = 36, \quad \underline{r = 0,5A}$$

$$x = 0,45A,$$

$$r = ?$$

b) voltmetr

$$p = 40, \quad r = \frac{p \cdot x}{v}$$

$$v = 13, \quad \underline{r = 24V}$$

$$x = 7,8V,$$

$$r = ?$$

Odp.: Ampérmetr pracoval s rozsahem 0,5A, voltmetr pracoval s rozsahem 24V.

21*) V elektrickém obvodu jsou zařazeny dva měřicí přístroje - voltmetr a ampérmetr. Ručičky obou přístrojů ukazují stejnou výchylku. Stupnice ampérmetru je rozdělena na 40 dílků, přístroj pracuje s rozsahem do 100mA. Měřený proud $I = 80mA$. Jaká je hodnota el. napětí U , když rozsah voltmetru je 12V a jeho stupnice má 60 dílků ?

a) ampérmetr

$$p = 40, \quad v = \frac{p \cdot x}{r}$$

$$r = 100mA, \quad \underline{v_A = 32}$$

$$x = 80mA,$$

$$v_A = ?$$

b) voltmetr : podle zadání úlohy platí $v_A = v_v = 32$

$$p = 60,$$

$$r = 12V,$$

$$v = 32, \quad x = \frac{v \cdot r}{p}$$

$$x = ? \quad \underline{x = 6,4V}$$

Odp.: El. napětí měřené voltmetrem je $U = 6,4V$.

4.2 Ohmův zákon

4.2.1 Formulace zákona, jednotky

22) Na spotřebiči připojeném ke zdroji elektrického napětí lze naměřit určité veličiny. Dopln'te přehlednou tabulku.

Řešení . Tab. č.3, vyšrafovaná část.

Tab. č.3 k úloze č. 22 :

veličina	značka	jednotka
el. proud	I	1A
el. odpor	R	1 Ω
el. náboj	q	1c
el. napětí	U	1V

23) Do tabulky č.4 dopln' chybějící údaje.

Řešení : Tab. č.4, vyšrafovaná část.

Tab. č.4 k úloze č. 23 :

veličina	značka	vzorec	jednotka	rozměr jedn.
el. proud	I	$I = \frac{U}{R}$	1A	$A = \frac{V}{\Omega}$
el. napětí	U	$U = I \cdot R$	1V	$V = A \cdot \Omega$
el. odpor	R	$R = \frac{U}{I}$	1 Ω	$\Omega = \frac{V}{A}$

24*) Nabízíme ti několik slovních formulací Ohmova zákona. Pouze **jedna** z nich je **úplná**. Rozhodni, která.

a) Ohmův zákon je vztah mezi I, U a R,

b) Odpor vodiče je přímo úměrný el. napětí a nepřímo úměrný el. proudu,

c) El. proud protékající vodičem je při stálém odporu přímo úměrný el. napětí mezi konci vodiče,

d) Odpor vodiče je konstantní.

Řešení : "c)".

25*) Nabízíme ti několik vztahů. Který z nich je **správnou** matematickou formulací Ohmova zákona ?

- a) $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$,
b) $I = \frac{U}{R}$,
c) $U = R \cdot I$,
d) $R = \frac{U}{I}$,
e) $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$,
f) $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

Řešení: "b").

26) Jenda uskutečnil několik měření různých fyzikálních veličin v elektrickém obvodu. Z naměřených hodnot sestavil jednoduchou tabulku. Pomoz mu ji doplnit.

Řešení: Tab. č.5.

Tab. č.5 k úloze č. 26 :

I	U	R
4A	25V	6,25Ω
8,4A	105V	12,5Ω
3,5A	1,75A	0,5Ω

$$R = \frac{U}{I} = \frac{25V}{4A} = 6,25\Omega$$

$$U = R \cdot I = 12,5\Omega \cdot 8,4A = 105V$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1,75V}{0,5A} = 3,5A$$

27*) Sestav tabulku a nakresli graf závislosti el. proudu na el. napětí pro stálý odpor $R = 10\Omega$, zvyšujeme-li napětí po jednom voltu postupně od 1V do 10V.

Řešení: Tab. č.6 a graf 4.2.1. k úloze č. 27.

Tab. č.6 k úloze č. 27 :

U [V]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I [A]	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1

$$R = \text{konst} = 10\Omega,$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{10}$$

28*) Sestav tabulku a nakresli graf závislosti el. proudu na odporu spotřebiče, zvětšujeme-li jeho odpor od $R = 1\Omega$ do $R = 10\Omega$ po jednom ohmu a velikost el. napětí je $U = 20V$.

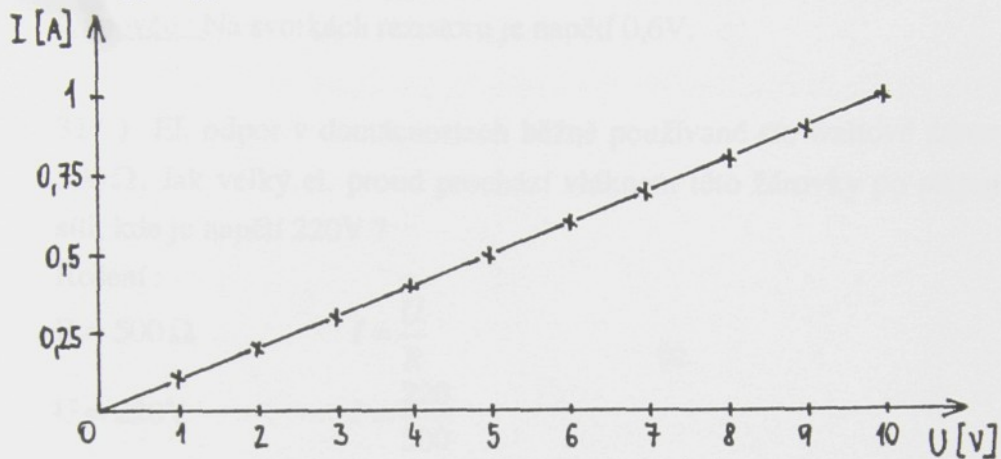
Řešení: Tab. č.7 a graf 4.2.2. k úloze č. 28.

Tab. 4.2.5. k úloze č. 28 :

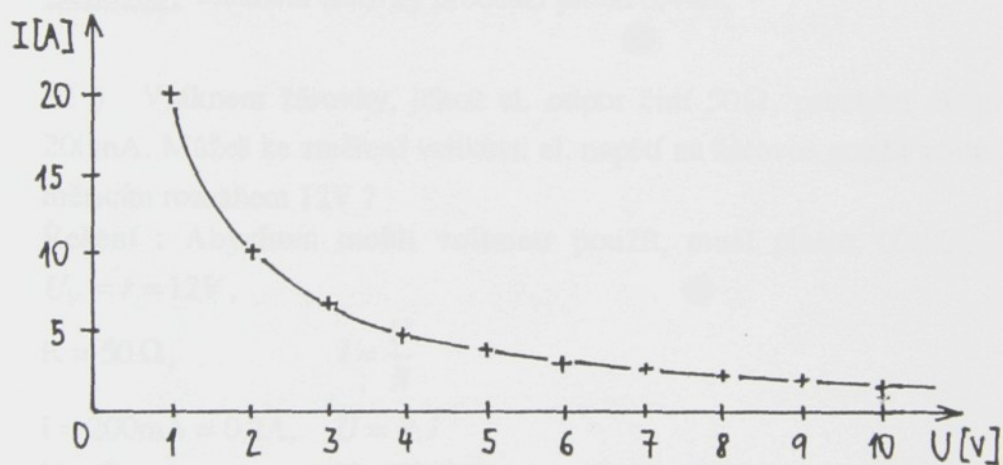
R [Ω]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I [A]	20	10	6,7	5	4	3,3	2,8	2,5	2,2	2

$$U = \text{konst} = 20\text{V},$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{20}{R}.$$



Graf 4.2.1. k úloze č. 27 : $I = f(U)$.



Graf 4.2.2. k úloze č. 28 : $I = f(R)$.

4.2.2 Vyjádření Ohmova zákona vzorcem

29*) Dvouplotýnkovým vaříčem připojeným ke zdroji napětí $U = 220\text{V}$ prochází el. proud $I = 2,2\text{A}$. Vypočti odpor vaříče.

Řešení :

$$U = 220\text{V}, \quad I = \frac{U}{R}$$

$$I = 2,2\text{A}, \quad R = \frac{U}{I}$$

$$R = ? \quad R = \frac{220}{2,2}$$

$$\underline{R = 100\Omega}$$

Odpověď: Odpor vaříče je 100Ω .

30) Rezistorem o odporu $R = 0,25 \Omega$ prochází el. proud $I = 2,4A$. Jaké je el. napětí na svorkách rezistoru ?

Řešení :

$$\begin{aligned} R &= 0,25 \Omega, & I &= \frac{U}{R} \\ I &= 2,4A & U &= R \cdot I \\ U &= ? & U &= 0,25 \cdot 2,4 \\ & & \underline{U} &= \underline{0,6V} \end{aligned}$$

Odpověď': Na svorkách rezistoru je napětí 0,6V.

31*) El. odpor v domácnostech běžně používané sto wattové žárovky je 500Ω . Jak velký el. proud prochází vláknem této žárovky po připojení k síti, kde je napětí 220V ?

Řešení :

$$\begin{aligned} R &= 500 \Omega & I &= \frac{U}{R} \\ U &= 220V & I &= \frac{220}{500} \\ I &= ? & \underline{I} &= \underline{0,44A} \end{aligned}$$

Odpověď': Vláknem žárovky prochází proud 0,44A.

32) Vláknem žárovky, jehož el. odpor činí 50Ω , prochází el. proud 200mA. Můžeš ke změření velikosti el. napětí na žárovce použít voltmetr s měřicím rozsahem 12V ?

Řešení : Abychom mohli voltmetr použít, musí platit: $U \leq U_v$, kde $U_v = r = 12V$,

$$\begin{aligned} R &= 50 \Omega, & I &= \frac{U}{R} \\ I &= 200mA = 0,2A, & U &= R \cdot I \\ U &= ? & U &= 50 \cdot 0,2 \\ & & U &= 10V \\ & & \underline{10V < 12V \Rightarrow U < U_v} \end{aligned}$$

Odpověď': Voltmetr použít můžeme, neboť měřené napětí je menší než zvolený rozsah.

33*) Rezistor o odporu 38Ω je připojen ke zdroji el. napětí velikosti 220V. V obvodu je zároveň pojistka, která se přepálí při průchodu el. proudu velikosti vyšší než 5A. Přepálí se pojistka v tomto případě ?

Řešení : Aby se pojistka nepřepálila, nesmí jí procházet el. proud vyšší než 5A, platí $I < I_p$, kde $I_p = 5A$.

$$\begin{aligned}
 R &= 38 \Omega, & I &= \frac{U}{R} \\
 U &= 220 \text{V}, & I &= \frac{220}{38} \\
 I &= ? & I &= 5,79 \text{A} \\
 & & \underline{5,79 \text{A} > 5 \text{A} \Rightarrow I > I_p}
 \end{aligned}$$

Odpověď: Pojistka se přepálí, protože procházející proud je vyšší než proud, na který byla pojistka zkonstruována.

34) Elektrickou žehličkou připojenou k síti s el. napětím 220V prochází el. proud 2,5A. Urči el. odpor žehličky.

Řešení :

$$\begin{aligned}
 U &= 220 \text{V}, & R &= \frac{U}{I} \\
 I &= 2,5 \text{A}, & \underline{R &= 88 \Omega} \\
 R &= ?
 \end{aligned}$$

Odp.: El. odpor žehličky je 88Ω.

35) Vláknem žárovky, která je připojena ke zdroji el. napětí U = 220V, prochází el. proud hodnoty 0,8A. Jaký je el. odpor vlákna žárovky ?

Řešení :

$$\begin{aligned}
 U &= 220 \text{V}, & R &= \frac{U}{I} \\
 I &= 0,8 \text{A}, & \underline{R &= 275 \Omega} \\
 R &= ?
 \end{aligned}$$

Odp.: El. odpor vlákna žárovky je 275Ω.

36*) Na štítku el. vaříče lze přečíst tento údaj : 220V / 2,27A. Vypočítej el. odpor vaříče.

Řešení :

$$\begin{aligned}
 U &= 220 \text{V}, & R &= \frac{U}{I} \\
 I &= 2,27 \text{A}, & \underline{R &= 96,9 \Omega} \\
 R &= ?
 \end{aligned}$$

Odp.: El. odpor vaříče je asi 97Ω.

37*) Elektrickou žehličkou prochází el. proud 3,5A. Žehlička je připojena k síti s el. napětím 220V. Jak velký je el. odpor spirály uvnitř žehličky ?

Řešení :

$$\begin{aligned}
 U &= 220 \text{V}, & R &= \frac{U}{I} \\
 I &= 3,5 \text{A}, R = ? & \underline{R &= 62,9 \Omega}
 \end{aligned}$$

Odp.: El. odpor spirály uvnitř žehličky je asi $63\ \Omega$.

38) Pepík připojil k akumulátoru s napětím 4V rezistor s neznámým odporem. Tatínek mu pomohl změřit el. proud procházející obvodem a Pepík vypočítal velikost el. odporu rezistoru. Jaký odpor měl rezistor, byla-li velikost el. proudu 0,5A ?

Řešení :

$$U = 4V, \quad R = \frac{U}{I}$$

$$I = 0,5A, \quad \underline{R = 8\Omega}$$

R = ?

Odp.: Velikost el. odporu rezistoru byla 8Ω .

39*) Miloš si koupil žárovku, na níž si přečetl údaj : 4,5V / 0,25A. Jaký el. odpor má její vlákno ?

Řešení :

$$U = 4,5V, \quad R = \frac{U}{I}$$

$$I = 0,25A, \quad \underline{R = 18\Omega}$$

R = ?

Odp.: Odpor vlákna žárovky je 18Ω .

40) Pavel našel mezi součástkami v garáži rezistor, na kterém chyběl údaj o velikosti jeho odporu. Sestavil si proto jednoduchý el. obvod, který napájel akumulátor s el. napětím 24V. Ampérmetrem změřil velikost el. proudu procházejícího obvodem $I = 200mA$. Jaký byl el. odpor rezistoru, pomineme-li odpor vodičů ?

Řešení :

$$U = 24V, \quad R = \frac{U}{I}$$

$$I = 200mA = 0,2A, \quad \underline{R = 120\Omega}$$

R = ?

Odp.: El. odpor rezistoru byl 120Ω .

41*) Jaký nejmenší celkový odpor musí mít paralelně zapojené spotřebiče v domácnosti s napětím v síti 220V, aby nepřepálily pojistku pro el. proud 5A ?

Řešení :

$$U = 220V, \quad R = \frac{U}{I}$$

$$I = 5A, \quad R = 44\Omega$$

R = ?

Odp.: Spotřebiče musí mít el. odpor alespon' 44Ω .

42) Ručička miliampérmetru zapojeného do el. obvodu s jednou žárovkou ukazuje hodnotu el. proudu $I = 454\text{mA}$. El. obvod je připojen k běžné síti s napětím 220V . Jaký je el. odpor vlákna žárovky ?

Řešení :

$$U = 220\text{V}, \quad R = \frac{U}{I}$$

$$I = 454\text{mA} = 0,454\text{A}, \quad \underline{R = 485,6\Omega}$$

$$R = ?$$

Odp.: El. odpor vlákna žárovky je asi 486Ω .

43) Elektromotor pro stahování oken v osobním automobilu je napájen 24V akumulátorem. Při činnosti jím prochází el. proud $I = 0,8\text{A}$. Vypočti el. odpor vinutí elektromotoru.

Řešení :

$$U = 24\text{V}, \quad R = \frac{U}{I}$$

$$I = 0,8\text{A}, \quad \underline{R = 30\Omega}$$

Odp.: El. odpor vinutí elektromotoru je 30Ω .

44) El. odpor topné spirály vařiče je $37,5\Omega$ a prochází jím el. proud $3,2\text{A}$. Na jaké napětí je vaříč připojen ?

Řešení :

$$I = 3,2\text{A}, \quad U = R \cdot I$$

$$R = 37,5\Omega, \quad \underline{U = 120\text{V}}$$

$$U = ?$$

Odp.: Vaříč je připojen na napětí 120V .

45) Odpor startéru u vozu Škoda je $0,06\Omega$. Při startování vozu prochází startérem el. proud 200A . Na jaké napětí je startér připojen ?

Řešení :

$$I = 200\text{A}, \quad U = R \cdot I$$

$$R = 0,06\Omega, \quad \underline{U = 12\text{V}}$$

$$U = ?$$

Odp.: Startér je připojen na napětí 12V .

46*) Jaké napětí bylo v síti před třiceti lety, když v domácnosti procházel vaříčem s odporem 60Ω el. proud 2A ?

$$I = 2\text{A}, \quad U = R \cdot I$$

$$R = 60\Omega, \quad \underline{U = 120\text{V}}$$

$$U = ?$$

Odp.: Před třiceti lety bylo v síti napětí 120V .

47) Jako životu nebezpečná se v tabulkách uvádí hodnota el. proudu větší než 0,1A. Jaké napětí odpovídá tomuto proudu, jestliže se vedení dotkl člověk s dotykovým odporem $4\text{k}\Omega$?

Řešení :

$$\begin{aligned} I &= 0,1\text{A}, & U &= R \cdot I \\ R &= 4\text{k}\Omega = 4000\Omega, & \underline{U} &= \underline{400\text{V}} \end{aligned}$$

$$U = ?$$

Odp.: Proud 0,1A odpovídá při velikosti dotykového odporu $4\text{k}\Omega$ napětí 400V.

48) Rezistorem s el. odporem $2,5\text{k}\Omega$ prochází el. proud $I = 120\text{mA}$. Na jaké napětí je rezistor připojen ?

Řešení :

$$\begin{aligned} I &= 120\text{mA} = 0,12\text{A} & U &= R \cdot I \\ R &= 2,5\text{k}\Omega, & \underline{U} &= \underline{300\text{V}} \end{aligned}$$

$$U = ?$$

Odp.: Rezistor je připojen na napětí 300V.

49) Telefonním sluchátkem prochází el. proud $I = 2,5\text{mA}$, jeho el. odpor činí $4\text{k}\Omega$. Na jaké napětí je sluchátko připojeno ?

Řešení :

$$\begin{aligned} I &= 2,5\text{mA} = 0,0025\text{A}, & U &= R \cdot I \\ R &= 4\text{k}\Omega = 4000\Omega, & \underline{U} &= \underline{10\text{V}} \end{aligned}$$

$$U = ?$$

Odp.: Telefonní sluchátko je připojeno na napětí 10V.

50*) Odporovou spirálou s el. odporem $2,8\text{k}\Omega$, která je připojena k akumulátoru, prochází el. proud 6mA. Určete napětí akumulátoru.

Řešení :

$$\begin{aligned} I &= 6\text{mA} = 0,006\text{A}, & U &= R \cdot I \\ R &= 2,8\text{k}\Omega, & \underline{U} &= \underline{16,8\text{V}} \end{aligned}$$

$$U = ?$$

Odp.: Napětí akumulátoru je 16,8V.

51) El odpor primárního vinutí cívky zapalování u starších typů vozů Škoda byl $1,5\Omega$. Jaký proud procházel vinutím cívky při činnosti, bylo-li zapalování napájeno akumulátorem o napětí 12V ?

Řešení :

$$\begin{aligned} U &= 12\text{V}, R = 1,5\Omega, & I &= \frac{U}{R} \\ I &= ? & \underline{I} &= \underline{8\text{A}} \end{aligned}$$

Odp.: Vinutím cívky protékal proud 8A.

52) Při poškození přívodního kabelu míchačky nastal zkrat. Jak velký el. proud procházel kabelem, byla-li míchačka připojena na napětí 220V a velikost el. odporu v místě poškození byla $0,5\Omega$?

Řešení :

$$U = 220V, \quad I = \frac{U}{R}$$

$$R = 0,5\Omega, \quad \underline{I = 440A}$$

I = ?

Odp.: Kabelem procházel v okamžiku zkratu el. proud 440A.

53*) El. odpor vlákna žárovky je 500Ω . Žárovka je určena pro napětí 120V. Urči el. proud procházející žárovkou.

Řešení :

$$U = 120V, \quad I = \frac{U}{R}$$

$$R = 500\Omega, \quad \underline{I = 2,4A}$$

I = ?

Odp.: Žárovkou prochází el. proud 2,4A.

54) El. odpor vlákna žárovky na napětí 4,5V je 25Ω . Vypočítej el. proud procházející vláknem žárovky při svícení.

Řešení :

$$U = 4,5V, \quad I = \frac{U}{R}$$

$$R = 25\Omega, \quad \underline{I = 0,18A = 180mA}$$

I = ?

Odp.: Vláknem žárovky prochází při svícení el. proud hodnoty 180mA.

55*) Odpor tělíska el. pájky na napětí 220V je 700Ω . Urči el. proud procházející pájkou při pájení.

Řešení :

$$U = 220V, \quad I = \frac{U}{R}$$

$$R = 700\Omega, \quad \underline{I = 0,314A = 314mA}$$

I = ?

Odp.: Při pájení prochází pájkou el. proud 314mA.

56) El. odpor vlákna žárovky na napětí 220V je 484Ω . Jaký el. proud prochází vláknem žárovky při svícení ?

$$U = 220V, \quad I = \frac{U}{R}$$

$$R = 484 \Omega, \quad \underline{I = 0,455A = 455mA}$$

$$I = ?$$

Odp.: Při svícení prochází vláknem žárovky el. proud 455mA.

57) Rezistor s el. odporem $11k\Omega$ je připojen k napětí 220V. Vypočti el. proud procházející vinutím rezistoru.

Řešení :

$$U = 220V, \quad I = \frac{U}{R}$$

$$R = 11k\Omega = 11000\Omega, \quad \underline{I = 0,02A = 20mA}$$

$$I = ?$$

Odp.: Vinutím rezistoru prochází el. proud 20mA.

58*) El. odpor topné spirály el. vaříče činí 88Ω . Vaříč je připojen k síti s napětím 220V. Vyber z následující nabídky správné tvrzení : Spirálou vaříče prochází el. proud

- a) 2,5A,
- b) 25A,
- c) 250mA,
- d) 0,25A,
- e) 20A.

Řešení :

$$U = 220V, \quad I = \frac{U}{R}$$

$$R = 88\Omega, \quad \underline{I = 2,5A}$$

$$I = ?$$

Správné řešení je "a)".

59*) Rezistor v jednoduchém el obvodu je připojen ke zdroji napětí 30V a prochází jím el. proud $I = 2A$. Jaký el. proud bude protékat rezistorem, zvýšíme-li napětí o 20V ?

Řešení :

$$R = \text{konst}, \quad R = \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2}$$

$$U_1 = 30V, \quad I_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot I_1$$

$$I_1 = 2A, \quad \underline{I_2 = 3,3A}$$

$$U_2 = 30V + 20V = 50V,$$

$$I_2 = ?$$

Odp.: Rezistorem bude procházet el. proud asi 3,3A.

60*) Ponorný vaříč, jehož el. odpor je 45Ω , je připojen k síti s běžným napětím 220V. Vydří pojistka konstruovaná pro el. proud 5A procházející proud ?

Řešení : Aby se vlákno pojistky nepřepálilo, musí být velikost el. proudu procházejícího vaříčem menší než 5A, $I_v < I_p (I_v < 5A)$.

$$\begin{aligned} U &= 220V, & I_v &= \frac{U}{R} \\ R &= 45\Omega, & I_v &= 4,9A \\ I_v &= ? & 4,9A &< 5A \Rightarrow I_v < I_p \end{aligned}$$

Odp.: Vlákno pojistky se nepřepálí.

61*) Vlákno žárovky určené pro napětí 24V má el. odpor 80Ω . Přepálí se vlákno průchodem el. proudu 250mA ? Vysvětli.

Řešení : Vlákem žárovky smí procházet el. proud jisté velikosti, označme ho např. I_z . Bude-li vlákem procházet el. proud vyšší než I_z , vlákno se přepálí. Musí proto platit : $I \leq I_z$.

$$\begin{aligned} U &= 24V, & I_z &= \frac{U}{R} \\ R &= 80\Omega, & I_z &= 0,3A \\ I &= 0,25A, & 0,25A &< 0,3A \\ I_z &= ? & I &< I_z \end{aligned}$$

Odp.: Podmínka zadaná na začátku úlohy je splněna, procházející proud vlákno žárovky nepřepálí.

62) El. odpor vlákna čtyřvoltové žárovky je 20Ω . Můžeš pro změření el. proudu procházejícího vlákem použít ampérmetr s rozsahem do 1A ?

Řešení : Abys mohl použít ampérmetr se zmíněným rozsahem, nesmí být el. proud procházející vlákem žárovky větší než rozsah přístroje, tzn. $I_z \leq I$.

$$\begin{aligned} U &= 20V, & I_z &= \frac{U}{R} \\ R &= 20\Omega, & I_z &= 0,2A \\ I &= 1A, & 0,2A &< 1A \Leftrightarrow I_z < I \\ I_z &= ? \end{aligned}$$

Odp.: Podmínka zadaná na začátku je splněna, ampérmetr s měřicím rozsahem do 1A smíš k měření el. proudu použít.

63) Smíš připojit ampérmetr s vnitřním odporem $0,02\Omega$ přímo na akumulátor s napětím 2V ? Měřicí rozsah ampérmetru je do 10A.

Řešení : El. proud procházející ampérmetrem nesmí být větší než nastavený měřicí rozsah přístroje, musí platit podmínka $I_A \leq I$.

$$\begin{aligned}
 U &= 2V, & I_A &= \frac{U}{R} \\
 R &= 0,02 \Omega, & I_A &= 100A \\
 I &= 10A, & \underline{100A > 10A \Leftrightarrow I_A > I} \\
 I_A &=?
 \end{aligned}$$

Odp.: El. proud procházející přístrojem by byl mnohem větší (10x) než nastavený měřicí rozsah a ampérmetr by se poškodil. Nesmíme ho proto použít.

64) Před lety se Zbyšek stěhoval z obce, kde bylo ještě v síti el. napětí 110V, do města, kde již bylo v síti el. napětí 220V. Mohl používat dosavadní el. spotřebiče bez úpravy ? Jestliže ne, jakou úpravu bys navrhl ? Jak by tomu bylo naopak (kdyby se Zbyšek stěhoval z města do obce) ?

Řešení : Aby mohl Zbyšek používat el. spotřebiče bez úpravy i nadále, nesměl by být el. proud procházející spotřebičem připojeným na napětí 220V větší, než když byl spotřebič připojen na napětí 110V, $I_M \leq I_V$.

$$\begin{aligned}
 U_V &= 110V, & I_V &= \frac{U_V}{R} & I_M &= \frac{U_M}{R} = \frac{2 \cdot U_V}{R} \\
 U_M &= 220V = 2 \cdot U_V,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \text{konst}, & \frac{I_M}{I_V} &= \frac{\frac{U_M}{R}}{\frac{U_V}{R}} = \frac{U_M}{U_V} = \frac{2 \cdot U_V}{U_V} = 2 \\
 I_V &=?, & \underline{I_M = 2I_V \Rightarrow I_M > I_V} \\
 I_M &=?
 \end{aligned}$$

Odp.: Zbyšek nesměl dosavadní spotřebiče ve městě použít, protože procházející proud byl větší než el. proud, na který byly spotřebiče konstruovány. Bylo nutné spotřebiče upravit : nejlépe předřazením rezistoru, jehož el. odpor byl stejně velký nebo větší než el. odpor spotřebiče.

Při stěhování z města se síťovým napětím 220V na vesnici se síťovým napětím 110V by mohl Zbyšek spotřebiče použít, neboť procházející proud by podle výše uvedeného vztahu byl poloviční, $I_V = 2 \cdot I_M$.

65) Vodičem připojeným na napětí $U = 12V$ prochází el. proud 0,4A. Jaký el. proud bude procházet tímto vodičem po zvýšení el. napětí o 300% ?

Řešení :

$$\begin{aligned}
 U_1 &= 12V, & R &= \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} \\
 U_2 &= (U_1 + 3 \cdot U_1) = 4 \cdot U_1, & \frac{U_1}{I_1} &= \frac{U_2}{I_2} \\
 R &= \text{konst}, & \frac{U_1}{I_1} &= \frac{4 \cdot U_1}{I_2}
 \end{aligned}$$

$$I_1 = 0,4A,$$

$$I_2 = 4I_1$$

$$I_2 = ?$$

$$\underline{I_2 = 1,6A}$$

Odp.: Vodičem poteče el. proud 1,6A.

66*) Velikost el. odporu topné spirály je $150\ \Omega$. Nejvyšší proud, který smí spirálou procházet, je 0,5A. Na jaké nejvyšší el. napětí může být spirála připojena ? Co by se stalo při připojení ke zdroji s vyšším napětím ?

Řešení : Nejvyšší dovolené napětí je dáno Ohmovým zákonem. Při připojení ke zdroji s vyšším napětím by spirálou procházel větší proud a spirála by se přepálila.

$$I = 0,5A,$$

$$U = R \cdot I$$

$$R = 150\ \Omega,$$

$$\underline{U = 75V}$$

$$U = ?$$

Odp.: Spirála smí být připojena nejvýše na napětí 75V.

67*) El. napětí měřené na svorkách rezistoru má velikost 30V. Odporovým drátem rezistoru prochází el. proud 200mA. Na jakou hodnotu musíš zvýšit el. napětí, aby obvodem procházel el. proud 1,2A ?

Řešení :

$$U_1 = 30V,$$

$$R = \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2}$$

$$I_1 = 200mA = 0,2A,$$

$$\frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2}$$

$$I_2 = 1,2A,$$

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{I_1}{I_2}$$

$$R = \text{konst},$$

$$U_2 = 6 \cdot U_1$$

$$U_2 = ?$$

$$\underline{U_2 = 180V}$$

Odp.: Napětí musíme zvýšit na 180V.

68*) Vodičem připojeným ke zdroji el. napětí $U = 16V$ prochází el. proud 0,2A. Jak velký el. proud bude vodičem procházet, snížíme-li napětí na polovinu původní hodnoty ?

Řešení :

$$U_1 = 16V,$$

$$R = \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2}$$

$$U_2 = \frac{1}{2}U_1 = 8V,$$

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{U_2}{U_1}$$

$$I_1 = 0,2A,$$

$$\underline{I_2 = 0,1A}$$

$$R = \text{konst},$$

$$I_2 = ?$$

Odp.: Snížíme-li napětí na poloviční hodnotu, vodičem bude procházet el. proud 0,1A.

69*) Vláknó žárovky připojené na napětí 4,5V má el. odpor 25Ω. Můžeš k měření el. proudu procházejícího obvodem použít ampérmetr s rozsahem do 0,5A ? Jestliže ano, na kolikátém dílku stupnice se ručička přístroje ustálí, má-li stupnice 30 dílků ?

Řešení : Abys mohl ampérmetr použít, nesmí být el. proud procházející vláknem žárovky větší než rozsah přístroje, $I_z \leq I$.

$$\begin{aligned} U &= 4,5V, & I_z &= \frac{U}{R} \\ R &= 25\Omega, & I_z &= 0,18A \\ I &= 0,5A, & 0,18A < 0,5A \Rightarrow I_z < I \\ I_z &= ? \end{aligned}$$

2. část úlohy :

$$\begin{aligned} p &= 30, & \frac{v}{p} &= \frac{x}{r} \\ r &= 0,5A, & v &= p \cdot \frac{x}{r} \\ x &= 0,18A, & v &= 10,8 \\ v &= ? \end{aligned}$$

Odp.: Ampérmetr smíme použít. Ručička ampérmetru se ustálí mezi 10. a 11. dílkem stupnice.

70*) El. odpor vlákna žárovky na napětí 2,5V je 6,25Ω. Žárovka má být připojena k ploché baterii. Jaký musí být el. odpor předřazeného rezistoru, aby procházející proud vlákno žárovky nepřepálil a žárovka byla připojena na dovolené napětí ?

Řešení : V tomto případě jde o sériové zapojení dvou spotřebičů (viz. odst. 3.3.2). Žáci by měli přijít na to, že má-li být zachována velikost el. proudu, napětí se musí rozdělit na oba spotřebiče v poměru velikostí jejich odporů.

$$\begin{aligned} U &= 4,5V, & I_1 &= \frac{U_1}{R_1} \\ U_1 &= 2,5V, & I_2 &= \frac{U_2}{R_2} = I_1 \\ U_2 &= U - U_1 = 2V, & \frac{U_2}{R_2} &= \frac{U_1}{R_1} \\ I_1 &= I_2 & R_2 &= R_1 \cdot \frac{U_2}{U_1} \\ R_1 &= 6,25\Omega, & R_2 &= 5\Omega \\ R_2 &= ? \end{aligned}$$

Odp.: El. odpor rezistoru předřazeného před žárovku musí být 5Ω.

71*) Honzík si vyšrouboval z kapesní svítilny žárovku, na jejíž objímce si přečetl údaj : 4,5V / 0,2A. V garáži našel starší šestivoltový akumulátor, k němuž chce tuto žárovku připojit. Jak velký odpor musí před žárovku zařadit, aby ji procházející proud nepoškodil ?

Řešení : Způsob řešení je shodný s řešením předchozí úlohy.

$$U = 6V, \quad I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

$$U_1 = 4,5V, \quad R_2 = \frac{U_2}{I}$$

$$U_2 = U - U_1 = 1,5V, \quad \underline{R_2 = 7,5\Omega}$$

$$I = \text{konst} = 0,2A,$$

$$R_2 = ?$$

Odp.: Honzík musí před žárovku zařadit rezistor s el.odporem 7,5Ω.

72) Kovovým vláknem žárovky připojené ke zdroji o napětí 220V prochází el. proud 400mA. Připojíme-li tutéž žárovku k ploché baterii, naměříme el. proud 80mA. Vypočítej a porovnej odpory vlákna žárovky v obou případech. Vysvětli.

Řešení :

$$U_1 = 220V, \quad R_1 = \frac{U_1}{I_1}, \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}$$

$$U_2 = 4,5V, \quad R_1 = 550\Omega, \quad R_2 = 56,25\Omega$$

$$I_1 = 400mA = 0,4A,$$

$$I_2 = 80mA = 0,08A, \quad z = \frac{R_1}{R_2}, \quad z' = \frac{I_1}{I_2}$$

$$R_1 = ?, \quad \underline{z = 9,8}, \quad \underline{z' = 5}$$

$$R_2 = ?, \quad \underline{z \neq z'}$$

$$z = ?$$

Odp.: Z výsledků vyplývá, že velikost el. odporu není přímo úměrná velikosti el. proudu, změníme-li el. napětí. Vidíme, že zatímco velikost el. proudu se zvětšila 5x, velikost el. odporu vlákna žárovky se zvětšila asi 10x. Projevují se zde tepelné účinky el. proudu.

4.2.3 Komplexní úlohy

73) Co by se stalo s el. žehličkou konstruovanou pro el. napětí 120V po připojení k síti, kde je 220V ? Vyber z následujících možností správnou odpověď:

a) Nic se nestane,

b) Nastane krátké spojení,

c) Při vyšším napětí bude žehličkou procházet vyšší el. proud, proto se topná spirála žehličky přepálí,

d) Při vyšším napětí se zvětší el. proud i el. odpor,

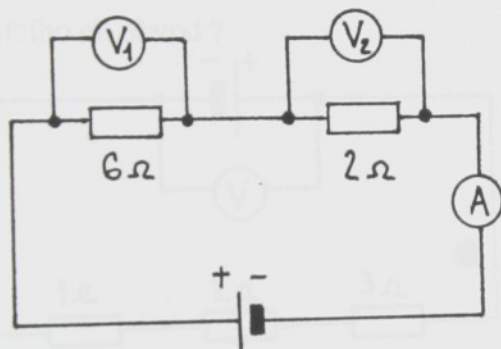
e) Maminka vyžehlí prádlo rychleji a lépe.

Řešení : "c").

74*) Proč je třeba dodatečně upravit el. žehličku konstruovanou pro el. napětí 120V před použitím v domácnosti, kde je v síti el. napětí 220V ?

Řešení : Při vyšším napětí by procházel odporovou spirálou žehličky vyšší el. proud, který by spirálu přepálil. Proto je nutno žehličku upravit, např. zařadit před žehličku vhodnou odporovou součástku.

75) Ručička voltmetru zapojeného do el. obvodu podle obr. 4.10. ukazuje výchylku, které odpovídá velikost el. napětí 12V. Jaké el. napětí a el. proud naměří ampérmetr a voltmetr V_2 ?



Obr. 4.10. k úloze č. 75.

Řešení :

$$U_1 = 12V, U_2 = ?$$

$$R_1 = 6\Omega, R_2 = 2\Omega,$$

$$I = konst = ?$$

$$U = I \cdot R$$

$$I = \frac{U_1}{R_1}$$

$$\underline{I = 2A}$$

$$U_2 = I \cdot R_2$$

$$\underline{U_2 = 4V}$$

Odp.: Výchylce ručky ampérmetru odpovídá el. proud 2A, výchylce ručky voltmetru odpovídá napětí 4V.

76) Na obr. 4.11. je schema zapojení jistého el. obvodu. Ze zadaných veličin vypočítej napětí U měřené voltmetrem a proud I měřený ampérmetrem, je-li velikost el. proudu měřeného ampérmetrem A_1 2A.

Řešení :

$$I_1 = 2A,$$

$$R_1 = 60\Omega,$$

$$R_2 = 30\Omega,$$

$$I = ?$$

$$U = konst = ?$$

$$U = R \cdot I$$

$$U = R_1 \cdot I_1$$

$$\underline{U = 120V}$$

$$U = R_2 \cdot I_2$$

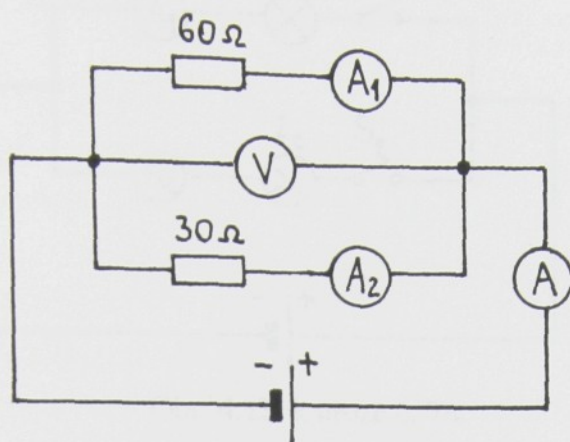
$$I_2 = \frac{U}{R_2}$$

$$I_2 = 4A$$

$$I = I_1 + I_2$$

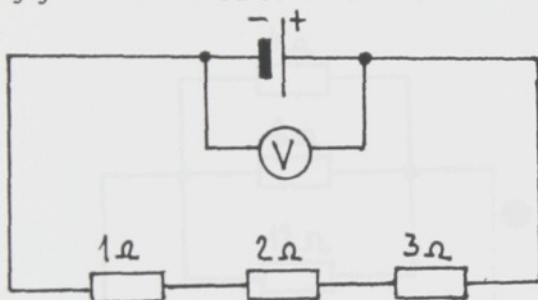
$$\underline{I = 6A}$$

Odp.: Napětí měřené voltmetrem je 120V, proud měřený ampérmetrem je 6A.



Obr. 4.11. k úloze č. 76.

77*) El. obvodem na obr. 4.12. prochází el. proud 1A. Jaké je napětí zdroje napájejícího el. obvod ?



Obr. 4.12. k úloze č. 77.

Řešení :

$$I = 1A = \text{konst}, \quad U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = ? \quad U = I \cdot (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\underline{U = 6V}$$

Odp.: Napětí zdroje je 6V.

78) V el. obvodu na obr. 4.13. jsou zapojeny 2 stejné žárovky. Jsou-li oba spínače sepnuty, ukazuje ampérmetr A_1 výchylku, které odpovídá el. proud 3A. Jaký el. proud naměří ampérmetr A_2 , bude-li spínač S_1 otevřen ?

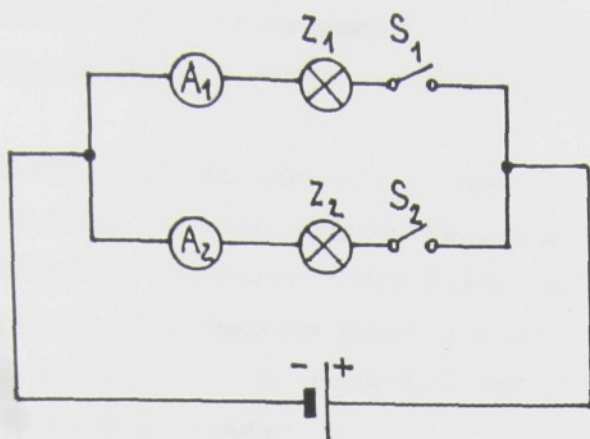
Řešení :

$$I_1 = 3A, \quad U = R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2$$

$$U = \text{konst}, \quad I_2 = \frac{R_1}{R_2} \cdot I_1$$

$$R_1 = R_2, \quad \underline{I_2 = I_1 = 3A}$$

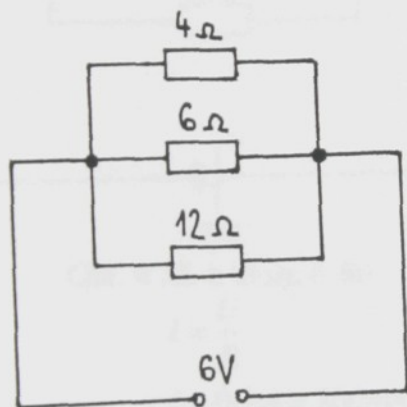
Odp.: Ampérmetrem A_2 naměříme el. proud 3A.



Obr. 4.13. k úloze č. 78.

79) Na obrázku 4.14. je schema el. obvodu. Ze známých veličin urči :

- El. proudy procházející jednotlivými žárovkami,
- El. proud procházející nerozvětvenou částí obvodu,
- Výsledný el. odpor takto zapojených spotřebičů.



Obr. 4.14. k úloze č. 79.

Řešení :

a) $U = \text{konst} = 6V, \quad U = R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2 = R_3 \cdot I_3$

$$R_1 = 4\Omega, \quad I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad I_3 = \frac{U}{R_3}$$

$$R_2 = 6\Omega, \quad \underline{I_1 = 1,5A} \quad \underline{I_2 = 1A} \quad \underline{I_3 = 0,5A}$$

$$R_3 = 12\Omega,$$

$$I_1, I_2, I_3 = ?$$

b) $I_1 = 1,5A, \quad I = I_1 + I_2 + I_3$

$$I_2 = 1A, \quad \underline{I = 3A}$$

$$I_3 = 0,5A,$$

$$I = ?$$

c) $U = 6V, \quad R = \frac{U}{I}$

$$I = 3A, \quad \underline{R = 2\Omega}$$

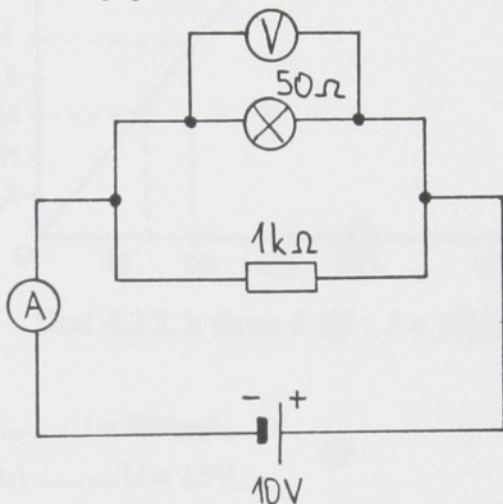
$$R = ?$$

Odp.: Jednotlivými žárovkami procházejí v pořadí proudy 1,5A; 1A; 0,5A.

El. proud procházející obvodem $I = 3A$. Celkový odpor spotřebičů činí 2Ω .

80) El. obvod je tvořen zdrojem ss el. napětí $U = 10V$, žárovkou s odporem vlákna 50Ω , rezistorem o odporu $1k\Omega$ zapojeným s žárovkou vedle sebe, ampérmetrem, voltmetrem a vodiči. Nakresli schema tohoto obvodu tak, aby ampérmetr měřil celkový el. proud v obvodu a voltmetr měřil napětí na svorkách žárovky. Z výše uvedených veličin vypočítej el. proud I procházející vláknem žárovky.

Řešení : Schema zapojení el. obvodu na obr. 4.15.



Obr. 4.15. k úloze č. 80.

$$U = \text{konst} = 10V,$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$R = 50\Omega,$$

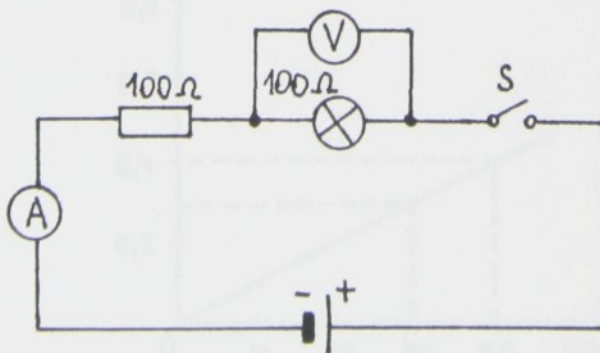
$$I = 0,2A = 200mA$$

$$I = ?$$

Odp.: Vláknem žárovky prochází el. proud 200mA.

81) Nakresli schema zapojení jednoduchého el. obvodu sestávajícího ze zdroje ss napětí, žárovky s el. odporem vlákna 100Ω , voltmetru, ampérmetru, rezistoru s el. odporem 100Ω , spínače a vodičů. Obvodem prochází el. proud 480mA. Jaké napětí naměříš mezi svorkami žárovky ?

Řešení : Obr. 4.16. k úloze č. 81



Obr. 4.16. k úloze č. 81.

$$I = 480\text{mA} = 0,48\text{A},$$

$$U = R \cdot I$$

$$R = 100\,\Omega,$$

$$\underline{U = 48\text{V}}$$

$$U = ?$$

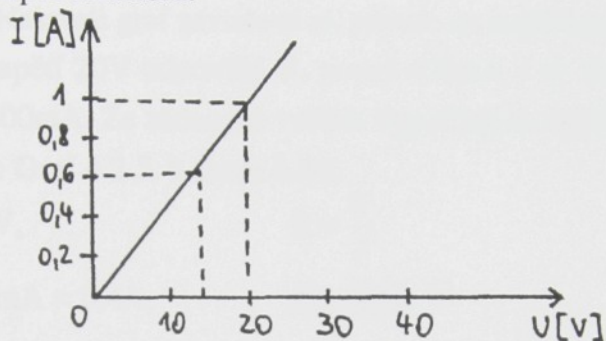
Odp.: El. napětí mezi svorkami žárovky je 48V.

82) Z grafu 4.2.3. (závislost proudu na napětí pro určitý rezistor) urči :

a) El. proud procházející vinutím rezistoru, je-li připojen k napětí 20V,

b) El. napětí mezi konci rezistoru, prochází-li jím el. proud 600mA,

c) El. odpor rezistoru.



Graf 4.2.3. k úloze č. 82 : $I = f(U)$.

Řešení :

a) $U = 20\text{V} \dots\dots\dots I = 800\text{mA}$,

b) $I = 600\text{mA} \dots\dots\dots U = 15\text{V}$,

$$c) R = \frac{U}{I}$$

$$\underline{R = 25\,\Omega}$$

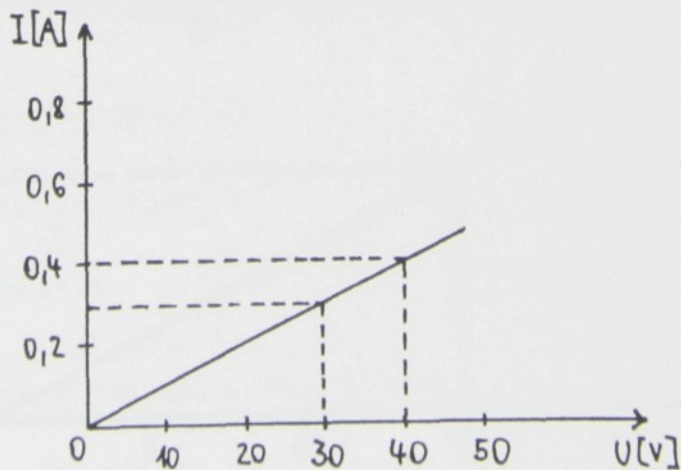
Odp.: El. napětí 20V odpovídá el. proud 800mA, el. proudu 600mA odpovídá el. napětí 15V. El. odpor rezistoru je $25\,\Omega$.

83) Z grafu závislosti el. proudu na napětí 4.2.4. urči :

a) El. napětí mezi konci rezistoru, prochází-li jím el. proud 400mA,

b) El. proud procházející rezistorem po připojení na napětí 30V,

c) El. odpor rezistoru.



Graf 4.2.4. k úloze č. 83 : $I = f(U)$.

Řešení :

a) $I = 400\text{mA}$ $U = 40\text{V}$,

b) $U = 30\text{V}$ $I = 300\text{mA}$,

c) $R = \frac{U}{I}$

$R = 100\Omega$

Odp.: El. proudu 400mA odpovídá napětí 40V, el. napětí 30V odpovídá proud 300mA. El. odpor rezistoru je 100Ω .

84) Nakresli graf závislosti el. proudu na napětí pro určitý rezistor, víš-li, že el. napětí 20V odpovídá el. proud 400mA a el. napětí 30V odpovídá el. proud 600mA. Ze zadaných veličin vypočítej el. odpor rezistoru.

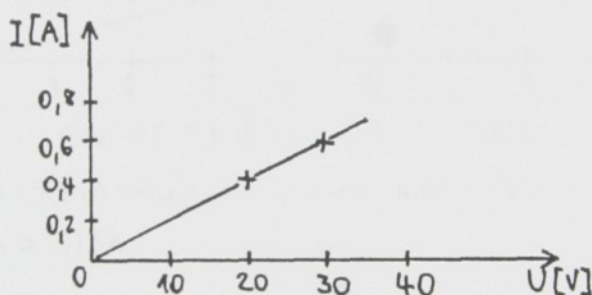
Řešení : Graf 4.2.5. k úloze č. 84.

$U = 20\text{V}$, $R = \frac{U}{I}$

$I = 400\text{mA} = 0,4\text{A}$, $R = 50\Omega$

$R = ?$

Odp.: El. odpor vinutí rezistoru je 50Ω .

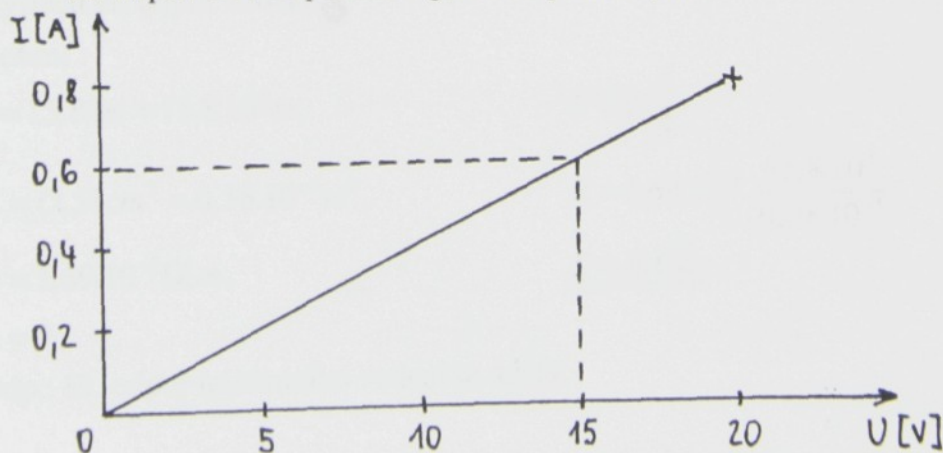


Graf 4.2.5. k úloze č. 84 : $I = f(U)$.

85*) Nakresli graf závislosti el. proudu na napětí pro rezistor s odporem 25Ω v intervalu 0 - 20V. Jak velký el. proud I odpovídá napětí $U = 15\text{V}$?

Řešení : Graf 4.2.6. k úloze č. 85.

El. napětí 15V odpovídá v grafu el. proud 0,6A.



Graf 4.2.6. k úloze č.85 : $I = f(U)$.

$$U = 20V, \quad I = \frac{U}{R}$$

$$R = 25\Omega, \quad I = 0,8A$$

$$I = ?$$

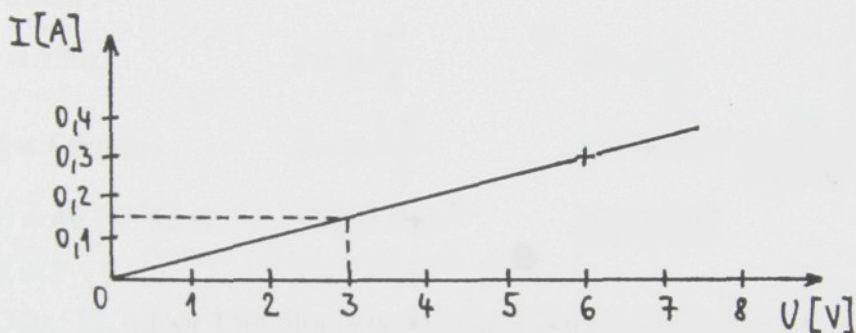
86*) Rezistor s el. odporem 20Ω je připojen na napětí $6V$. Vypočti el. proud procházející vinutím rezistoru a nakresli graf závislosti el. proudu na napětí pro tento rezistor. Z grafu urči, k jakému napětí je třeba rezistor připojit, aby jím procházel el. proud $150mA$. Ověř výpočtem.

Řešení :

$$U = 6V, \quad I = \frac{U}{R}$$

$$R = 20\Omega, \quad \underline{I = 0,3A = 300mA}$$

$$I = ?$$



Graf 4.2.7. k úloze č. 86 : $I = f(U)$.

El. proud $150mA$ odpovídá v grafu el. napětí $3V$.

$$I = 150mA = 0,15A, \quad U = R \cdot I$$

$$R = 20\Omega, \quad \underline{U = 3A}$$

$$U = ?$$

4.3 Výpočet elektrického odporu

87) Měděné telefonní vedení podél železnice z Jablonce nad Nisou do Liberce je dlouhé $15,8km$. Obsah kolmého řezu vedením je $0,58cm^2$. Vypočti el. odpor vedení.

Řešení :

$$l = 15,8km = 15,8 \cdot 10^3 m, \quad R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$S = 0,58cm^2 = 0,58 \cdot 10^{-4} m^2, \quad R = 1,69 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{15,8 \cdot 10^3}{0,58 \cdot 10^{-4}}$$

$$\rho = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m, \quad \underline{R = 4,6\Omega}$$

$$R = ?$$

Odp.: El. odpor telefonního vedení je $4,6\Omega$.

88) Urči el. odpor měděného trolejového vedení v úseku dlouhém 25,2km mezi Hradcem Králové a Pardubicemi, je-li obsah kolmého řezu vedení 65mm^2 .

Řešení :

$$l = 25,2\text{km} = 25,2 \cdot 10^3\text{m},$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$S = 65\text{mm}^2 = 65 \cdot 10^{-6}\text{m}^2,$$

$$R = 1,69 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{25,2 \cdot 10^3}{65 \cdot 10^{-6}}$$

$$\rho = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m},$$

$$\underline{R = 6,55 \Omega}$$

R = ?

Odp.: El. odpor trolejového vedení je asi $6,6 \Omega$.

89) Jaký je el. odpor topného drátu z konstantanu o délce 15m a průměru 1,5mm ?

Řešení :

$$l = 15\text{m},$$

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$d = 1,5\text{mm},$$

$$S = \pi \cdot \frac{1,5^2}{4}$$

$$R = 49 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{15}{1,77 \cdot 10^{-6}}$$

$$\rho = 49 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m},$$

$$S = 1,77\text{mm}^2$$

$$\underline{R = 4,16 \Omega}$$

R = ?

$$S = 1,77 \cdot 10^{-6}\text{m}^2$$

Odp.: El. odpor 15m dlouhého konstantanového drátu je asi $4,2 \Omega$.

90*) Urči el. odpor železného drátu délky 150m sloužícího jako spojovací drát mezi dvěma rekreačními objekty, je-li jeho průměr 0,5mm.

Řešení :

$$l = 150\text{m},$$

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$d = 0,5\text{mm},$$

$$S = 2 \cdot 10^{-7}\text{m}^2$$

$$\underline{R = 76,1 \Omega}$$

$$\rho = 9,96 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m},$$

R = ?

Odp.: El. odpor železného drátu je asi 76Ω .

91) Vláknó žárovky je dlouhé 65cm. Jeho průměr je 0,05mm. Jaký je el. odpor vlákna, je-li měrný odpor materiálu $\rho = 16,5 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$?

Řešení :

$$l = 65\text{cm} = 0,65\text{m},$$

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$d = 0,05\text{mm} = 5 \cdot 10^{-5}\text{m},$$

$$S = 2 \cdot 10^{-9}\text{m}^2$$

$$\underline{R = 53,6 \Omega}$$

$$\rho = 16,5 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}.$$

R = ?

Odp.: El. odpor vlákna žárovky je asi 54Ω .

92) Myslivna u lesa je od nejbližší pošty vzdálena 5km. Mezi poštou a myslivnou je natažen měděný telefonní drát o průměru 2mm. Jaký je jeho el. odpor ?

Řešení :

$$l = 5km = 5.10^3 m,$$

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$d = 2mm = 2.10^{-3} m,$$

$$S = 3,14.10^{-6} m^2$$

$$\underline{R = 27\Omega}$$

$$\rho = 1,69.10^{-8} \Omega.m,$$

$$R = ?$$

Odp.: El. odpor vedení je 27Ω .

93) Samota u lesa je s poštovním úřadem spojena 5km dlouhým telefonním vedením ze železného drátu o průměru 2mm. Jaký je el. odpor vedení ?

Řešení :

$$l = 5km = 5.10^3 m,$$

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$d = 2mm = 2.10^{-3} m,$$

$$S = 3,14.10^{-6} m^2$$

$$\underline{R = 159\Omega}$$

$$\rho = 1.10^{-7} \Omega.m,$$

$$R = ?$$

Odp.: El. odpor telefonního vedení je 159Ω .

94) Podmořský kabel mezi Evropou a Amerikou měří 2650km a průměr měděného jádra je 3,2mm. Vypočítej el. odpor kabelu.

Řešení :

$$l = 2650km = 265.10^4 m,$$

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$d = 3,2mm = 3,2.10^{-3} m,$$

$$S = 8,04.10^{-6} m^2$$

$$R = 5602\Omega$$

$$\rho = 1,69.10^{-8} \Omega.m,$$

$$\underline{R = 5,6k\Omega}$$

$$R = ?$$

Odp.: El. odpor podmořského kabelu je asi $5,6k\Omega$.

95*) El. odpor měděného trolejového vedení v úseku mezi Jaroměří a Hradcem Králové je $5,35\Omega$. Průřez vedení je $60mm^2$. Vypočti délku úseku a zaokrouhli na km.

Řešení :

$$R = 5,35\Omega,$$

$$l = \frac{R \cdot S}{\rho}$$

$$S = 60mm^2,$$

$$l = 18994m$$

$$\rho = 1,69.10^{-8} \Omega.m,$$

$$\underline{l = 19km}$$

$$l = ?$$

Odp.: Úsek je dlouhý asi 19km.

96) Rezistor navinutý z konstantanového drátu má mít při průřezu drátu 1mm^2 el. odpor $1\ \Omega$. Jak dlouhý drát bude potřeba ?

Řešení :

$$R = 1\ \Omega, \quad l = \frac{R \cdot S}{\rho}$$

$$S = 1\text{mm}^2 = 1 \cdot 10^{-6}\text{m}^2, \quad \underline{l = 2,04\text{m}}$$

$$\rho = 4,9 \cdot 10^{-7}\ \Omega \cdot \text{m},$$

$l = ?$

Odp.: Bude potřeba drát dlouhý 2,04m.

97) Jak dlouhé je wolframové vlákno stowattové žárovky, je-li jeho poloměr 0,01mm a el. odpor při svícení $484\ \Omega$? $\rho = 62 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$.

Řešení :

$$R = 484\ \Omega, \quad S = \pi \cdot r^2 \quad l = \frac{R \cdot S}{\rho}$$

$$r = 0,01\text{mm} = 1 \cdot 10^{-5}\text{m}, \quad S = 3,14 \cdot 10^{-10}\text{m}^2 \quad l = 0,245\text{m}$$

$$\rho = 62 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}, \quad \underline{l = 24,5\text{cm}}$$

$l = ?$

Odp.: Vláknó žárovky je dlouhé 24,5cm.

98) Jirka si chce zhotovit rezistor s odporem $30\ \Omega$. V otcově dílně našel nikelinový drát o průměru 0,4mm. Po jeho rozmotání zjistil, že drát je dlouhý 7m. Bude mu stačit na zhotovení rezistoru ? (Nikelin : odporová slitina, složení : 54% Cu+26% Ni+20% Zn, nebo 67% Cu+30% Ni+3% Mn)

Řešení : Označíme-li délku drátu, který má Jirka k dispozici, např. l' , a potřebnou délku drátu l , musí platit podmínka $l \leq l'$.

$$R = 30\ \Omega, \quad S = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \quad l = \frac{R \cdot S}{\rho}$$

$$d = 0,4\text{mm} = 4 \cdot 10^{-4}\text{m}, \quad S = 1,26 \cdot 10^{-7}\text{m}^2 \quad \underline{l = 7,56\text{m}}$$

$$\rho = 5 \cdot 10^{-7}\ \Omega \cdot \text{m},$$

$$l' = 7\text{m}, \quad \underline{7,56\text{m} > 7\text{m} \Rightarrow l > l'}$$

$l = ?$

Odp.: Drát Jirkovi stačit nebude, protože je o 56cm kratší.

99*) Petr si potřebuje navinout válcový rezistor o odporu $20\ \Omega$ z konstantanového drátu o průměru 0,5mm. Drát bude navíjet na trubičku, kterou si slepil z tvrdého papíru. Jak dlouhý drát Petr potřebuje a jakou délku musí mít trubička, je-li její poloměr 0,5cm ?

Řešení :

a) výpočet délky drátu :

$$R = 20\Omega,$$

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

$$l = \frac{R \cdot S}{\rho}$$

$$d = 0,5\text{mm} = 5 \cdot 10^{-4}\text{m},$$

$$S = 1,96 \cdot 10^{-8}\text{m}^2$$

$$\underline{l = 8,01\text{m}}$$

$$\rho = 49 \cdot 10^{-8}\Omega \cdot \text{m},$$

$$l = ?$$

b) výpočet délky trubičky

$$l = 8,01\text{m} = 8010\text{mm},$$

$$z = \frac{l}{l_{1z}}$$

$$x = z \cdot d$$

$$r = 0,5\text{cm} = 5\text{mm},$$

$$z = \frac{l}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

$$x = 255,0,5$$

$$d = 0,5\text{mm},$$

$$z = \frac{8010}{10 \cdot \pi}$$

$$x = 127,5\text{mm}$$

$$z = ?$$

$$z = 255$$

$$\underline{x = 12,8\text{cm}}$$

$$x = ?$$

Odp.: Petr potřebuje drát délky 8,01m a trubičku dlouhou asi 13cm.

100) Telegrafní vedení z Opavy do Javorníku je dlouhé 105km a je celé ze železného drátu. El. odpor vedení je 580Ω . Vypočti tloušťku drátu.

Řešení :

$$R = 580\Omega,$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}}$$

$$l = 105\text{km} = 105 \cdot 10^3\text{m},$$

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot l}{\pi \cdot R}}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^{-7}\Omega \cdot \text{m},$$

$$\underline{d = 4,8\text{mm}}$$

$$d = ?$$

Odp.: Tloušťka drátu je 4,8mm.

101) El. odpor vedení z hliníkového drátu dlouhého 480m může být nejvýše $2,4\Omega$. Vypočítej nejmenší možný průměr drátu.

$$R = 2,4\Omega,$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}}$$

$$l = 480\text{m},$$

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot l}{\pi \cdot R}}$$

$$\rho = 2,67 \cdot 10^{-8}\Omega \cdot \text{m},$$

$$\underline{d = 2,61\text{mm}}$$

$$d = ?$$

Odp.: Minimální tloušťka drátu je 2,61mm.

102) Jaký je měrný odpor rtuti (Hg) při teplotě 0°C , jestliže rtuťový sloupec o průřezu $\frac{1}{16}\text{cm}^2$ a délce 53,2cm má při teplotě 0°C el. odpor $800\mu\Omega$?

Řešení :

$$S = \frac{1}{16}\text{cm}^2 = \frac{1}{1600}\text{m}^2,$$

$$R = 800\mu\Omega = 8 \cdot 10^{-4}\Omega,$$

$$l = 53,2\text{cm} = 0,532\text{m},$$

$$\rho = ?$$

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l}$$

$$\underline{\rho = 94 \cdot 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}}$$

Odp.: Měrný odpor rtuti při teplotě 0°C je $94 \cdot 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}$.

103*) Na štítku válcového reostatu je údaj $R = 11\text{k}\Omega$. Jak velký odpor jeho drátu bude zařazen, posune-li se jezdec tak, že jeho poloha umožní zapojit jednu polovinu, jednu čtvrtinu, dvě třetiny a jednu desetinu z celkové délky navinutého odporového drátu ?

Nakresli válcový reostat jako obdélník o rozměrech 6cm a 1cm a zakresli polohy jezdce v jednotlivých případech.

Řešení : Obr. 4.16. k úloze č. 103.

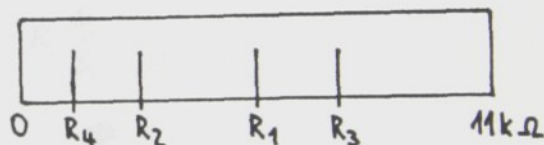
$$R' = 11\text{k}\Omega,$$

$$\text{a) } R_1 = 0,5 \cdot R' = 5,5\text{k}\Omega,$$

$$\text{b) } R_2 = 0,25 \cdot R' = 2,75\text{k}\Omega,$$

$$\text{c) } R_3 = \frac{2}{3} \cdot R' = 7,3\text{k}\Omega,$$

$$\text{d) } R_4 = \frac{1}{10} \cdot R' = 1,1\text{k}\Omega.$$



Obr. 4.16. k úloze č. 103.

104) Neizolovaný drát má el. odpor 1Ω . Drát v polovině přehneme a obě poloviny k sobě těsně přiložíme. Jaký bude odpor takto vzniklého vodiče ?

Řešení :

$$l_2 = \frac{1}{2} \cdot l_1,$$

$$R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S_1}$$

$$R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S_2}$$

$$S_2 = 2 \cdot S_1,$$

$$R_2 = \rho \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot l_1}{2 \cdot S_1} = \rho \cdot \frac{l_1}{4 \cdot S_1}$$

$$R_2 = ?$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho \cdot \frac{l_1}{4 \cdot S_1}}{\rho \cdot \frac{l_1}{S_1}} = \frac{1}{4}$$

$$R_2 = \frac{1}{4} \cdot R_1$$

$$\underline{R_2 = 250\text{m}\Omega}$$

Odp.: El. odpor vodiče bude $250m\Omega$.

105) Neizolovaný drát délky l_1 má el. odpor 9Ω . Drát přehneme natřikrát a všechny části k sobě těsně přiložíme. Jaký bude el. odpor takového vodiče ?

Řešení :

$$l_2 = \frac{1}{3} \cdot l_1,$$

$$R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S_1}$$

$$R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S_2}$$

$$S_2 = 3 \cdot S_1,$$

$$R_2 = \rho \cdot \frac{\frac{1}{3} \cdot l_1}{3 \cdot S_1}$$

$$R_2 = ?$$

$$\underline{R_2 = 1\Omega}$$

Odp.: El. odpor tohoto vodiče bude 1Ω .

106) Obsah kolmého průřezu vodičem je $8mm^2$. El. odpor vodiče činí 12Ω . Jak se změní el. odpor vodiče, změní-li se jeho průřez na $6mm^2, 4mm^2, 3mm^2, 1mm^2$ při zachování jeho délky ?

Řešení :

$$R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S_1}$$

$$R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S_2}$$

$$R_1 = konst ,$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho \cdot \frac{l}{S_2}}{\rho \cdot \frac{l}{S_1}}$$

$$l_1 = l_2 = konst ,$$

$$R_2 = R_1 \cdot \frac{S_1}{S_2}$$

$$S_1 = 8mm^2 ,$$

$$R_2 = ?$$

$$a) S_2 = 6mm^2, R_2 = \underline{16\Omega}$$

$$b) S_2 = 4mm^2, R_2 = \underline{24\Omega}$$

$$c) S_2 = 3mm^2, R_2 = \underline{32\Omega}$$

$$d) S_2 = 1mm^2, R_2 = \underline{96\Omega}$$

Odp.: Změníme-li průřez vodičem z $8mm^2$ na $6mm^2, 4mm^2, 3mm^2, 1mm^2$ při zachování jeho délky, bude el. odpor vodiče postupně $16\Omega, 24\Omega, 32\Omega$ a 96Ω .

107) Měděné telegrafní vedení o průřezu $3mm^2$ vedoucí podél železniční tratě z Prahy do Pardubic má být nahrazeno po celé své délce vedením hliníkovým. Jak velký musí být průřez hliníkového drátu, aby byla zachována velikost el. odporu ?

Řešení :

$$R_1 = R_2,$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$l_1 = l_2,$$

$$\rho_1 \cdot \frac{l}{S_1} = \rho_2 \cdot \frac{l}{S_2}$$

$$\rho_1 = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m,$$

$$S_2 = S_1 \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

$$\rho_2 = 1,3 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m,$$

$$S_2 = 2,3 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = 3 \text{ mm}^2,$$

$$S_2 = ?$$

Odp.: Průřez hliníkového drátu musí být $2,3 \text{ mm}^2$.

4.4 Výsledný odpor soustavy rezistorů

4.4.1 Zapojení rezistorů za sebou

108*) Vypočítej výsledný odpor sériového zapojení dvou rezistorů, jejichž odpory jsou 210Ω a 360Ω .

Řešení :

$$R_1 = 210 \Omega,$$

$$R = R_1 + R_2$$

$$R_2 = 360 \Omega,$$

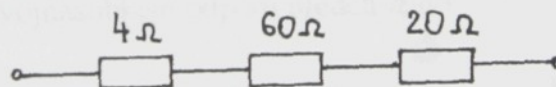
$$R = 210 + 360$$

$$R = ?$$

$$\underline{R = 570 \Omega}$$

Odpověď: Výsledný odpor soustavy je 570Ω .

109 *) Vypočti výsledný odpor soustavy rezistorů na obr. 4.17.



Obr. 4.17. k úloze č.109.

Řešení : $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 60 \Omega$, $R_3 = 20 \Omega$, $R = ?$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$\underline{R = 84 \Omega}$$

Výsledný odpor soustavy je 84Ω .

110*) Jak velký je výsledný odpor el. obvodu na obr. 4.18., je-li el. odpor vodičů 25Ω ?

Řešení :

$$R_1 = 1 \Omega,$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_v$$

$$R_2 = 3 \Omega,$$

$$\underline{R = 34 \Omega}$$

$$R_3 = 5 \Omega$$

$$R_v = 25 \Omega$$

$$R = ?$$

Odp.: Výsledný odpor el. obvodu je 34Ω .

111*)Pět rezistorů se stejnými odpory je zapojeno v el. obvodu za sebou. Výsledný odpor soustavy je 675Ω . Vypočítej odpor jednoho rezistoru.

Řešení :

$$R = 675\Omega,$$

$$R_1 = \frac{R}{5}$$

$$R_1 = ?$$

$$\underline{R_1 = 135\Omega}$$

Odp.: Odpor jednoho rezistoru je 135Ω .

112*)V el. obvodu jsou za sebou zapojeny tři spotřebiče. Odpor prvního spotřebiče je dvakrát větší než odpor druhého, odpor třetího spotřebiče je 90Ω . Výsledný odpor soustavy je 315Ω . Urči odpor prvního a druhého spotřebiče.

Řešení :

$$R = 315\Omega,$$

$$R_3 = 90\Omega,$$

$$R_2 = 2 \cdot R_1,$$

$$R_1 = ?$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R = 3 \cdot R_1 + R_3$$

$$R_1 = \frac{R - R_3}{3}$$

$$R_1 = 75\Omega$$

$$\underline{R_2 = 150\Omega}$$

Odp.: Odpor prvního spotřebiče je 75Ω , odpor druhého je 150Ω .

113*)Šest rezistorů je zapojeno za sebou. Výsledný odpor soustavy je 1512Ω . Vypočítej odpor všech rezistorů, vš-li, že velikost odporu každého z nich je dvojnásobkem odporu předchozího.

Řešení :

$$R_1 = x,$$

$$R_2 = 2 \cdot x,$$

$$R_3 = 4 \cdot x,$$

$$R_4 = 8 \cdot x,$$

$$R_5 = 16 \cdot x,$$

$$R_6 = 32 \cdot x$$

$$R = R_1 + \dots + R_6$$

$$R = 63 \cdot x$$

$$x = 24$$

$$R_1 = 24\Omega$$

$$R_2 = 48\Omega$$

$$R_3 = 96\Omega$$

$$R_4 = 192\Omega$$

$$R_5 = 384\Omega$$

$$R_6 = 768\Omega$$

Odp.: Velikosti odporů jednotlivých rezistorů jsou 24Ω , 48Ω , 96Ω , 192Ω , 384Ω , 768Ω .

114*)Na obr. 4.19. je uzavřená krabička se čtyřmi el. vývody A, B, C, D. Uvnitř krabičky jsou zapojeny tři rezistory s el. odporem 150Ω . Zakresli do krabičky schema zapojení rezistorů, aby současně platilo :

el. odpor mezi vývody $AB=300\Omega$, $AC=300\Omega$, $AD=300\Omega$, $BD=0\Omega$, $BC=300\Omega$ a $CD=300\Omega$.

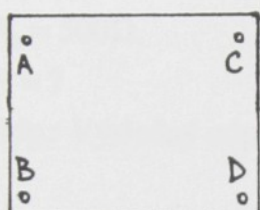
Řešení : Obr. 4.19.a.

115*)Na obr. 4.19. je uzavřená krabička se čtyřmi el. vývody A, B, C, D. Uvnitř krabičky jsou zapojeny tři rezistory s el. odpory $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = R_3 = 300\Omega$. Zakresli do krabičky schema zapojení rezistorů, aby současně platilo : el. odpor mezi vývody $AB=400\Omega$, $AC=300\Omega$, $BD=300\Omega$, $AD=100\Omega$ a $CD=400\Omega$.

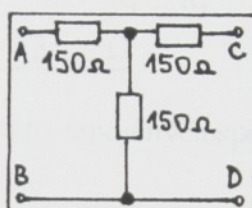
Řešení : Obr. 4.19.b.

116*)Na obr. 4.20. je uzavřená krabička se čtyřmi el. vývody H, K, L, M. Uvnitř krabičky jsou zapojeny tři rezistory s el. odporem 50Ω . Zakresli do krabičky schema zapojení rezistorů, aby současně platilo : el. odpor mezi vývody $HK=100\Omega$, $LM=100\Omega$, $HM=150\Omega$, $KL=50\Omega$.

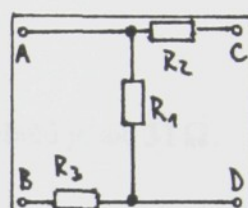
Řešení : Obr. 4.20.a.



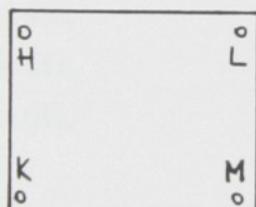
Obr. 4.19.,



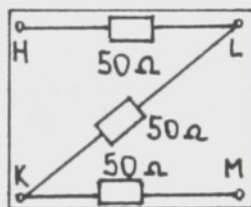
4.19.a.,



4.19.b.



Obr. 4.20.,



4.20.a. k úloze č.116.

4.4.2 Zapojení rezistorů vedle sebe

117*)Dva rezistory s odporem 5Ω jsou zapojeny vedle sebe. Vypočti výsledný odpor zapojení.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_1 = 5\Omega,$$

$$R_2 = 5\Omega,$$

$$R = ?$$

$$\frac{1}{R} = \frac{2}{5}$$

$$R = 2,5\Omega$$

Odpověď: Výsledný odpor soustavy je $2,5\Omega$.

118*)Vypočítej výsledný odpor soustavy tří vedle sebe zapojených vodičů, je-li odpor každého z nich 100Ω .

Řešení :

$$R_1 = R_2 = R_3 = 100\Omega,$$

$$R = ?$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R} = 3 \cdot \frac{1}{R_1}$$

$$\underline{R = 33,3\Omega}$$

Odp.: Výsledný odpor soustavy je asi $33,3\Omega$.

119*)V domácnosti jsou paralelně zapojeny tři spotřebiče. Odpor rozhlasového přijímače je 50Ω , odpor vařiče je 100Ω a odpor topného tělesa je 500Ω . Vypočítej výsledný odpor takto zapojených spotřebičů.

Řešení :

$$R_1 = 50\Omega,$$

$$R_2 = 100\Omega,$$

$$R_3 = 500\Omega,$$

$$R = ?$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\underline{R = 31,25\Omega}$$

Odp.: Výsledný odpor takto zapojených spotřebičů je asi 31Ω .

120*)Tři vodiče s odpory 4Ω , 5Ω a 6Ω byly zapojeny vedle sebe. Vypočítej výsledný odpor zapojení.

Řešení :

$$R_1 = 4\Omega,$$

$$R_2 = 5\Omega,$$

$$R_3 = 6\Omega,$$

$$R = ?$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\underline{R = 1,6\Omega}$$

Odp.: Výsledný odpor zapojení je asi $1,6\Omega$.

121*)Tři vedle sebe zapojené vodiče mají el. odpory 40Ω , 60Ω a 120Ω . Nahrad' je jedním vodičem tak, aby se výsledný odpor nezměnil.

Řešení :

$$R_1 = 40\Omega,$$

$$R_2 = 60\Omega,$$

$$R_3 = 120\Omega,$$

$$R = ?$$

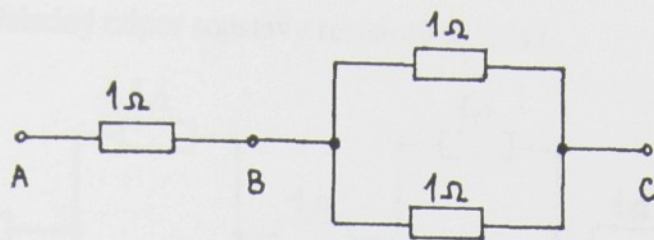
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\underline{R = 20\Omega}$$

Odp.: Náhradní vodič musí mít el. odpor 20Ω .

4.4.3 Kombinované zapojení

122*)Jaký je výsledný el. odpor soustavy rezistorů zapojených podle obr. 4.21. ?



Obr. 4.21. k úloze č. 122.

Řešení :

el. odpor mezi A, B ... R_1 , $\frac{1}{R_2} = 2 \cdot \frac{1}{R_1}$ $R = R_1 + R_2$

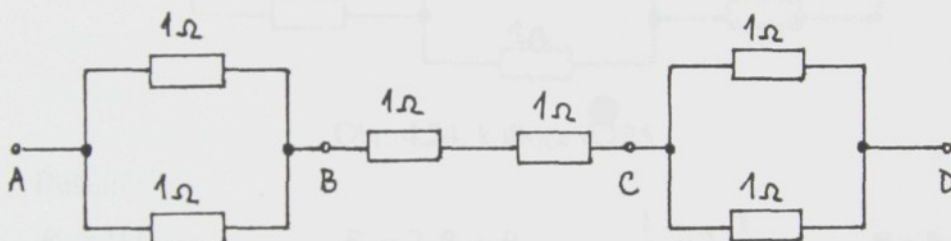
el. odpor mezi B, C ... R_2 , $R_2 = 0,5\Omega$ $R = 1,5\Omega$

$R_1 = 1\Omega$,

$R = ?$

Odp.: Výsledný odpor soustavy rezistorů je $1,5\Omega$.

123*) Vypočti výsledný odpor soustavy rezistorů spojených podle obr. 4.22.



Obr. 4.22. k úloze č. 123.

Řešení :

$R_1 = 1\Omega$,

el. odpor mezi A, B = el. odp. mezi C, D = R_2 ,

el. odpor mezi B, C = R_3 ,

$R = ?$

$R = 2 \cdot R_2 + R_3$ $\frac{1}{R_2} = 2 \cdot \frac{1}{R_1}$ $R_3 = 2 \cdot R_1$

$R = 3\Omega$ $R_2 = 0,5\Omega$ $R_3 = 2\Omega$

Odp.: Výsledný odpor soustavy rezistorů jsou 3Ω .

124*) Urči výsledný el. odpor soustavy rezistorů spojených podle obrázku 4.23.

Řešení :

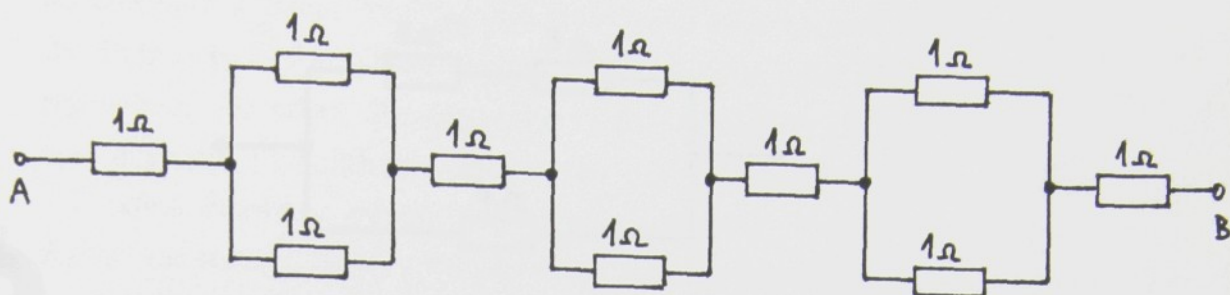
$R_1 = 1\Omega$,

$\frac{1}{R_2} = 2 \cdot \frac{1}{R_1}$ $R = 4 \cdot R_1 + 3 \cdot R_2$

odpor rozvětvené části ... R_2 , $R_2 = 0,5\Omega$ $R = 5,5\Omega$

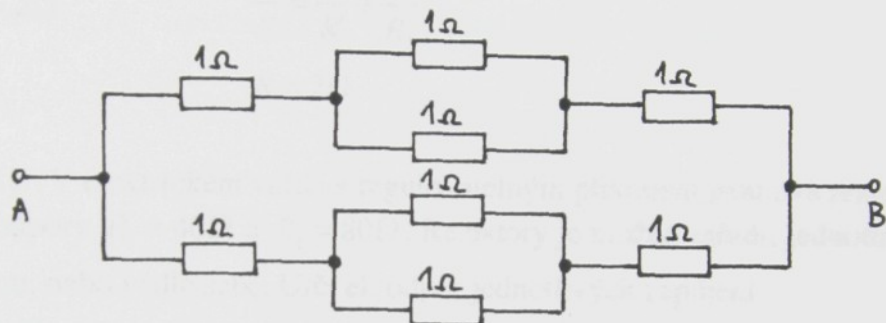
$R = ?$

Odp.: Výsledný odpor soustavy rezistorů je $5,5\Omega$.



Obr. 4.23. k úloze č. 124.

125*) Jaký je výsledný el. odpor soustavy rezistorů spojených podle obrázku 4.24. ?



Obr. 4.24. k úloze č. 125.

Řešení :

$$R_1 = 1\Omega, \quad R_2 = 2 \cdot R_1 + R_3 \quad \frac{1}{R_3} = 2 \cdot \frac{1}{R_1} \quad R = 2 \cdot R_2$$

odpor 1 větve ... R_2 , $R_2 = 2,5\Omega$

$$R_3 = 0,5\Omega$$

$$\underline{R = 5\Omega}$$

$R = ?$

Odp.: Výsledný el. odpor soustavy je 5Ω .

126) Dva odporové vodiče se stejným el. odporem $R_1 = 25\Omega$ spojte nejprve za sebou a potom vedle sebe. Jaký bude v obou případech výsledný odpor zapojení ?

Řešení :

a) za sebou : $R_1 = 25\Omega$,

$$R = 2 \cdot R_1$$

$R = ?$

$$\underline{R = 50\Omega}$$

b) vedle sebe : $R_1 = 25\Omega$,

$$\frac{1}{R} = 2 \cdot \frac{1}{R_1}$$

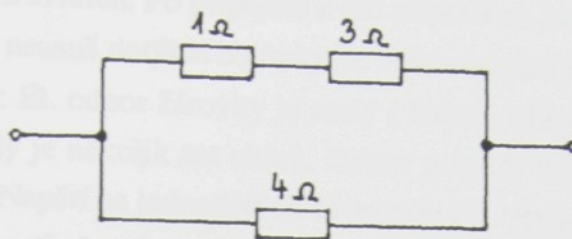
$R = ?$

$$\underline{R = 12,5\Omega}$$

Odp.: Při zapojení vodičů za sebou je výsledný el. odpor soustavy 50Ω , při zapojení vodičů vedle sebe je výsledný el. odpor soustavy $12,5\Omega$.

127) Nakresli zapojení tří spotřebičů s jednotlivými el. odpory 1Ω , 3Ω a 4Ω tak, aby výsledný el. odpor zapojení činil 2Ω .

Řešení : Obr. 4.25.



Obr. 4.25. k úloze č. 127.

$$R_1 = 1\Omega,$$

$$R_2 = 3\Omega,$$

$$R_3 = 4\Omega,$$

$$R = 2\Omega$$

$$R' = R_1 + R_2$$

$$R' = 4\Omega$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_3}$$

$$R = 2\Omega$$

128) V elektrickém vařiči s regulovatelným příkonem jsou dva rezistory s el. odpory $R_1 = 40\Omega$ a $R_2 = 80\Omega$. Rezistory je možné zařadit jednotlivě, za sebou, nebo vedle sebe. Urči el. odpor jednotlivých zapojení.

Řešení :

a) řazení jednotlivě : $R_1 = 40\Omega$ $R = 40\Omega$

$R_2 = 80\Omega$ $R = 80\Omega$

b) za sebou : $R_1 = 40\Omega$, $R = R_1 + R_2$

$R_2 = 80\Omega$, $R = 120\Omega$

$R = ?$

c) vedle sebe : $R_1 = 40\Omega$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$R_2 = 80\Omega$, $R = 26,7\Omega$

$R = ?$

Odp.: Při řazení jednotlivých rezistorů je el. odpor 40Ω nebo 80Ω . Zařadíme-li rezistory za sebou, je výsledný el. odpor 120Ω . Při řazení rezistorů vedle sebe je výsledný el. odpor $26,7\Omega$.

4.5 Úlohy pro souhrnné opakování kap. 4.1 - 4.4

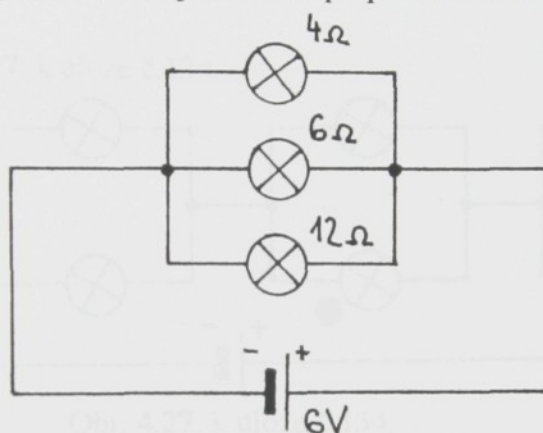
129*) Dvě sestry, Iveta a Eliška, strojily vánoční stromek. Nakonec připevnily elektrické svíčky. Když chtěly osvětlit stromku vyzkoušet, jedna žárovka praskla a všechny žárovky zhasly. Vysvětlí, proč.

Vysvětlení : Žárovky na vánočním stromku byly zapojeny za sebou. Když se vlákno jedné žárovky přepálilo, přerušil se v místě přepálení el. obvod a obvodem neprocházel žádný el. proud. Proto nesvítla žádná žárovka.

130) Jedličková girlanda je vyrobená z malých žárovek, jaké se používají do kapesních svítilen. Po připojení k síti připadá na jednu žárovku el. napětí 3V. Proč se nesmíš dotýkat objímky po vyšroubování jedné žárovky ?

Vysvětlení : El. odpor žárovky je malý (řádově několik ohmů), el. odpor celé girlandy je několik set ohmů. Odpor prstu či lidského těla je několik tisíc ohmů. Napětí na jednotlivých částech je při zapojení za sebou přímo úměrné velikosti el. odporu těchto částí. Proto při dotyku připadne na prst téměř celé napětí.

131) Na obr. 4.26. je schema zapojení el. obvodu se třemi spotřebiči - žárovkami s el. odpory 4Ω , 6Ω a 12Ω . Vypočti el. proud protékající nerozvětvenou částí obvodu. Urči, která žárovka svítí nejjasněji. Bude svítit žárovka s el. odporem 12Ω , jestliže se přepálí vlákno žárovky s odporem 4Ω ?



Obr. 4.26. k úloze č.131.

Řešení :

$$U = 6V,$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad I = \frac{U}{R}$$

$$R_1 = 4\Omega,$$

$$R_2 = 6\Omega,$$

$$R_3 = 12\Omega,$$

$$I = ?$$

$$R = 2\Omega$$

$$\underline{I = 3A}$$

Odp.: El. obvodem prochází el. proud 3A, který se v rozvětvené části rozdělí podle velikosti jednotlivých odporů. El. proud nejvyšší hodnoty prochází vláknem žárovky s el. odporem 4Ω , proto svítí tato žárovka nejjasněji. Jestliže se vlákno této žárovky přepálí, ostatní žárovky budou svítit, neboť jsou zapojeny vedle sebe.

132) Železný a měděný drát jsme spojili za sebou. Délka i kolmý průřez obou vodičů jsou stejné. Kterým drátem bude po připojení k šestivoltové baterii procházet větší el. proud ?

Odp.: Oběma vodiči bude procházet stejně velký el. proud, protože jsou spojeny za sebou a velikost el. proudu se v tomto případě nezmění.

133) Milan chce zhotovit osvětlení na vánoční strom do tělocvičny, kde se má konat školní vánoční veselice. K dispozici má žárovky pro el. napětí 4V, ale napětí v síti je 220V. Jak by měl Milan žárovky zapojit a kolik jich bude potřebovat ?

$$U_1 = 4V,$$

$$U = 220V,$$

$$x = ?$$

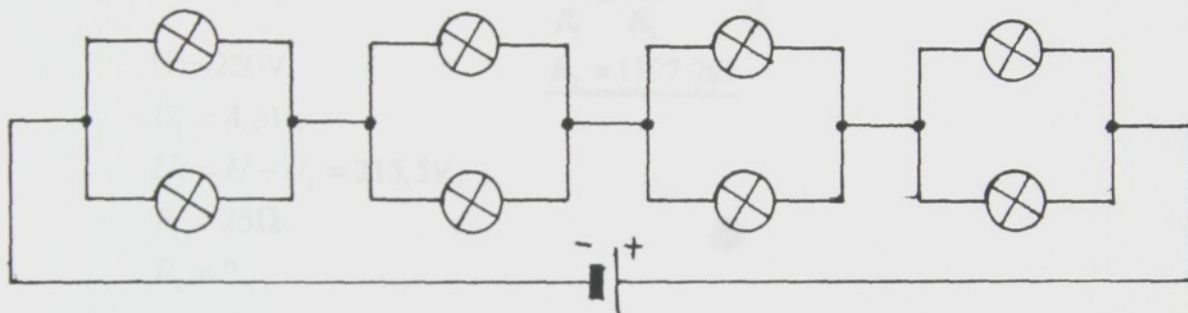
$$U = U_1 \cdot x$$

$$\underline{x = 55}$$

Odp.: Milan by měl žárovky zapojit za sebou, protože při tomto zapojení se el. napětí dělí na jednotlivé spotřebiče (žárovky). Bude potřebovat 55 žárovek.

134) Jakub má osm stejných žárovek, každou pro el. napětí 150V. Jak je musí zapojit, má-li k dispozici zdroj s napětím 600V ? Nakresli schema zapojení.

Řešení : Obr. 4.27. k úloze č.134.



Obr. 4.27. k úloze č.134.

135) Napětí v síti je 220V, bytová pojistka je konstruována pro el. proud 6A. Maminka žehlí el. žehličkou s odporem 100Ω a zároveň zapojila ponorný vaříč s odporem 50Ω . Co se stalo ? Uvažuj všechny spotřebiče zapojené vedle sebe.

Řešení :

$$U = 220V,$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$I' = \frac{U}{R}$$

$$I = 6A,$$

$$R = 33,3\Omega$$

$$\underline{I' = 6,6A}$$

$$R_1 = 100\Omega,$$

$$R_2 = 50\Omega,$$

$$I' = ?$$

Odp.: Pojistka se přepálí, protože jí prochází větší el. proud, než na jaký je konstruována.

136) Voltmetr má při rozsahu do 10V el. odpor 125Ω . Jaký el. odpor musí mít rezistor, který zařadíme před voltmetr, abychom mohli měřit el. napětí 50V ?

Řešení :

$$I = \text{konst},$$

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

$$R_1 = 125\Omega,$$

$$\underline{R_2 = 500\Omega}$$

$$U = 50V,$$

$$U_1 = 10V,$$

$$U_2 = U - U_1 = 40V,$$

$$R_2 = ?$$

Odp.: Rezistor musí mít el. odpor 500Ω .

137*) Jaký el. odpor musí mít rezistor, který zařadíme do el. obvodu před žárovku na napětí $4,5V$, abychom ji mohli připojit k síti ? El. odpor žárovky je 25Ω .

Řešení :

$$I = \text{konst},$$

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

$$U = 220V,$$

$$\underline{R_2 = 1197,2\Omega}$$

$$U_1 = 4,5V,$$

$$U_2 = U - U_1 = 215,5V,$$

$$R_1 = 25\Omega,$$

$$R_2 = ?$$

Odp.: El. odpor rezistoru musí být asi 1198Ω .

138) Ampérmetrem s odporem $1,2\Omega$ lze měřit el. proud do $1A$. Chceme-li měřit el. proud větší než $1A$, musíme připojit vedle sebe měřicí přístroj a další spotřebič. Jaký musí být nejmenší el. odpor spotřebiče, abychom mohli měřit el. proud $5A$?

Řešení :

$$U = \text{konst},$$

$$I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$$

$$I = 5A,$$

$$\underline{R_2 = 300m\Omega}$$

$$I_1 = 1A,$$

$$I_2 = I - I_1 = 4A,$$

$$R_1 = 1,2\Omega,$$

$$R_2 = ?$$

Odp.: Spotřebič musí mít el. odpor nejméně $300m\Omega$.

139) Zdeněk našel na půdě vařič, na jehož štítku byl údaj $120V / 3A$ a chtěl ho připojit na el. napětí $220V$. Tatínek mu poradil, ať si nejdříve vyrobí předřadný rezistor, aby vařič nezničil. Jak dlouhý konstantanový drát o průřezu $1mm^2$ bude Zdeněk potřebovat na zhotovení rezistoru ?

Řešení :

$$I = \text{konst} = 3 \text{ A},$$

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

$$l = \frac{R_2 \cdot S}{\rho}$$

$$U = 220 \text{ V},$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I}$$

$$l = 68,02 \text{ m}$$

$$U_1 = 120 \text{ V},$$

$$R_2 = 33,3 \Omega$$

$$U_2 = U - U_1 = 100 \text{ V},$$

$$S = 1 \text{ mm}^2 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2,$$

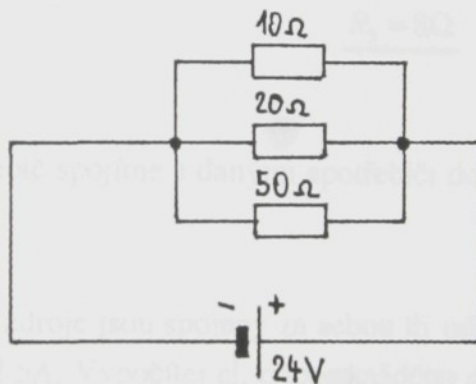
$$\rho = 49 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m},$$

$$l = ?$$

Odp.: Zdeněk bude potřebovat drát délky 68m 2cm.

140*)El. obvod se skládá ze zdroje ss napětí 24V, tří vedle sebe zapojených spotřebičů s el. odpory 10Ω , 20Ω a 50Ω a z vodičů. Nakresli schema zapojení el. obvodu a vypočítej ze zadaných veličin jednotlivé el. proudy procházející spotřebiči.

Řešení : Obr. 4.28.



Obr. 4.28. k úloze č. 140.

$$U = 24 \text{ V}, \quad I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad I_3 = \frac{U}{R_3}$$

$$R_1 = 10 \Omega, \quad \underline{I_1 = 2,4 \text{ A}} \quad \underline{I_2 = 1,2 \text{ A}} \quad \underline{I_3 = 0,48 \text{ A}}$$

$$R_2 = 20 \Omega,$$

$$R_3 = 50 \Omega,$$

$$I_1, I_2, I_3 = ?$$

Odp.: Velikost el. proudů procházejících jednotlivými rezistory je 2,4A; 1,2A a 0,48A.

141*)Dvě žárovky s el. odporem vlákna 25Ω a 500Ω jsou spojeny za sebou. K jakému el.napětí jsou připojeny a jak velký el. proud protéká jednotlivými žárovkami, je-li el. napětí mezi svorkami žárovky s menším el. odporem 4V ?

Řešení :

$$\begin{array}{lll}
 R_1 = 25\Omega, & I = \frac{U_1}{R_1} & U_2 = R_2 \cdot I \quad U = U_1 + U_2 \\
 R_2 = 500\Omega, & \underline{I = 160mA} & U_2 = 80V \quad \underline{U = 84V} \\
 U_1 = 4V, & \text{nebo} & \\
 U = ? & I = \frac{U_1}{R_1} & R = R_1 + R_2 \quad U = R \cdot I \\
 I_1, I_2 = I = ? & \underline{I = 160mA} & R = 525\Omega \quad \underline{U = 84V}
 \end{array}$$

Odp.: Žárovky jsou připojeny ke zdroji s el. napětím 84V, el. obvodem prochází el. proud 160mA.

142) Dva spotřebiče s el. odpory 3Ω a 5Ω jsou spojeny za sebou v el. obvodu, který je napájen baterií s el. napětím 24V. Zařad' do el. obvodu třetí spotřebič tak, aby velikost el. proudu v obvodu byla 1,5A.

Řešení :

$$\begin{array}{lll}
 U = 24V, & R = \frac{U}{I} & R = R_1 + R_2 + R_3 \\
 I = 1,5A, & R = 16\Omega & R_3 = R - (R_1 + R_2) \\
 R_1 = 3\Omega, & & \underline{R_3 = 8\Omega} \\
 R_2 = 5\Omega, & & \\
 R = ? & &
 \end{array}$$

Odp.: Třetí spotřebič spojíme s danými spotřebiči do serie, spotřebič musí mít el. odpor 8Ω .

143) Mezi póly zdroje jsou spojeny za sebou tři odporové dráty, kterými prochází el. proud 5A. Vypočítej el. odpor každého drátu, jestliže bylo naměřeno mezi konci prvního vodiče el. napětí 1V, mezi konci druhého vodiče napětí 15V a mezi konci třetího vodiče napětí 4V.

$$\begin{array}{lll}
 I = 5A, & R_1 = \frac{U_1}{I} & R_2 = \frac{U_2}{I} \quad R_3 = \frac{U_3}{I} \\
 U_1 = 1V, & \underline{R_1 = 200m\Omega} & \underline{R_2 = 3\Omega} \quad \underline{R_3 = 800m\Omega} \\
 U_2 = 15V, & & \\
 R_1, R_2, R_3 = ? & &
 \end{array}$$

Odp.: El. odpory jednotlivých vodičů jsou $200m\Omega$, 3Ω a $800m\Omega$.

144) Jak se rozdělí el. proud $I = 5,4A$ v rozvětvené části el. obvodu, jehož schema zapojení je na obr. 4.29. ? Jaká je velikost el. napětí mezi svorkami každého spotřebiče ?

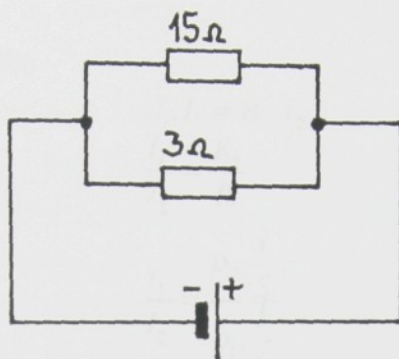
Řešení :

$$\begin{array}{lll}
 I = 5,4A, & \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} & U = R \cdot I \\
 R_1 = 15\Omega, & R = 2,5\Omega & \underline{U = 13,5V} \\
 R_2 = 3\Omega, & &
 \end{array}$$

$$U = ? \quad I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2}$$

$$I_1, I_2 = ? \quad \underline{I_1 = 0,9A} \quad \underline{I_2 = 4,5A}$$

Odp.: Mezi svorkami obou spotřebičů je el. napětí 13,5V. Spotřebičem s menším odporem prochází el. proud 4,5A, spotřebičem s větším odporem prochází el. proud 0,9A.



Obr. 4.29. k úloze č. 144.

145) V hledišti kina je zapojeno vedle sebe sto stejných žárovek. Odpor vlákna jedné žárovky je 500Ω . Jaký je výsledný odpor zapojení žárovek ? Jaký el.proud prochází jednou žárovkou a jaký je el. proud v nerozvětvené části obvodu ? Napětí v síti je 220V.

Řešení :

$$U = 220V, \quad \frac{1}{R} = 100 \cdot \frac{1}{R_1} \quad I = \frac{U}{R} \quad I_1 = \frac{U}{R_1}$$

$$R_1 = 500\Omega, \quad \underline{R = 5\Omega} \quad \underline{I = 44A} \quad \underline{I_1 = 0,44A}$$

$R = ?$

$I = ?$

$I_1 = ?$

Odp.: Výsledný odpor zapojení žárovek je 5Ω . Jednou žárovkou prochází el. proud 0,44A, el. proud v nerozvětvené části obvodu je 44A.

146) Spojením dvou spotřebičů vedle sebe vznikl nový rezistor. Odpor prvního spotřebiče byl 20Ω a procházel jím el. proud 5A. Odpor druhého spotřebiče byl 100Ω . Jaký el. proud procházel tímto spotřebičem ? Jak velký proud prochází obvodem a jaké je napětí mezi svorkami spotřebičů ?

Řešení :

$$I_1 = 5A, \quad U = R_1 \cdot I_1 \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad I = I_1 + I_2$$

$$R_1 = 20\Omega, \quad \underline{U = 100V} \quad \underline{I_2 = 1A} \quad \underline{I = 6A}$$

$$R_2 = 100\Omega,$$

$$U = ?$$

$$I, I_2 = ?$$

Odp.: Druhým spotřebičem prochází el. proud 1A. El. proud procházející obvodem je 6A. Mezi svorkami spotřebičů je napětí 100V.

147) Železný a měděný drát stejné délky a průřezu jsou spojeny : a) vedle sebe, b) za sebou. Kterým drátem prochází v jednotlivých případech větší el. proud? Řeš obecně.

Řešení :

a) spojení vedle sebe

$$l_1 = l_2 = l,$$

$$S_1 = S_2 = S,$$

$$\rho_1 = 1.10^{-7} \Omega.m,$$

$$\rho_2 = 1.7.10^{-8} \Omega.m,$$

$$I_1, I_2 = ?$$

$$R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\rho_2 \cdot \frac{l}{S}}{\rho_1 \cdot \frac{l}{S}}$$

$$\underline{I_2 = 6 \cdot I_1}$$

b) spojení za sebou

Při spojení za sebou prochází oběma vodiči stejně velký el. proud.

Odp.: Při spojení vedle sebe prochází měděným vodičem asi šestkrát větší el. proud než vodičem železným. Při spojení za sebou prochází oběma vodiči stejně velký el. proud.

148) Telegrafní vedení z ocelových drátů o průměru 4mm mezi Děčínem a Brnem je dlouhé 300km. Jaké je el. napětí mezi konci vedení, prochází-li jím el. proud 16mA?

Řešení :

$$l = 300km = 3.10^5 m,$$

$$d = 4mm = 4.10^{-3} m,$$

$$I = 16mA = 16.10^{-3} A,$$

$$\rho = 1.10^{-7} \Omega.m,$$

$$U = ?$$

$$U = R \cdot I$$

$$U = \rho \cdot \frac{l}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} \cdot I$$

$$\underline{U = 38,2V}$$

Odp.: Mezi konci vedení je el. napětí 38,2V.

5. ZÁVĚR

Podnětem k napsání diplomové práce byla praktická potřeba učitelů fyziky na základních školách, kteří spotřebují velké množství monotematických úloh k procvičení, k dílčímu i závěrečnému opakování a k ústnímu i písemnému zkoušení. Jediným zdrojem úloh bývají obvykle jen sbírky úloh. Ve většině z nich je však monotematicky zaměřených úloh málo. Proto si učitel takovou banku úloh ke každé studijní jednotce časem vytvoří sám.

V našem případě se jednalo o učivo "Konstantní proud v kovech". Vysvětlili jsme pojem studijní jednotka, její obsah a cíle. Obsah učiva studijní jednotky jsme převzali tak, jak se obvykle probírá v úvodním kurzu fyziky na vysoké škole.

Na základě analýzy jsme učivo rozdělili na dílčí problémy, ke kterým jsme sestavili banku (sbírku) řešených úloh pro učitele.

Na základě praktických zkušeností ze souvislé pedagogické praxe na ZŠ Broumovská v Liberci jsme obohatili hlavně část "4.2.1 Využití měřicích přístrojů". Tato část učiva bývá někdy ve školách opomíjena. Žáci mají pak velké problémy při čtení velikosti měřené veličiny v dílcích na stupnici měřicího přístroje a její převedení do jednotek SI. Ani sbírky úloh nevěnují tomuto problému pozornost.

Největší potíže při zadávání úloh spočívaly v důsledném sladění formulace úloh a jejich řešení s přesným vyjadřováním školské fyziky zavedeným v 8.ročníku.

Nyní je třeba všechny úlohy prakticky vyzkoušet a přiměřeně upravit. Na ověření se budou podílet : autor práce a Mgr. Jan Weiss z České školní inspekce v Jablonci nad Nisou. Zájem projeví také učitelé fyziky na ZŠ Broumovská v Liberci a na katedře fyziky PF VŠST v Liberci.

Sbírka rovněž poslouží jako námět či východisko k sepsání diplomové práce podobného charakteru z jiného učiva.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Mazák, E. : Systém řízení samostatné práce studentů v předmětu. Praha, ČVUT 1984.
- [2] Tillich, J. : Slovník školské fyziky. Praha, SPN 1988.
- [3] Hajko, V. - Daniel-Szabó, J. : Základy fyziky. Bratislava, Veda 1980.
- [4] Il'kovič, D. : Fyzika pre študujúcich na vysokých školách technických. Bratislava, SPN 1959.
- [5] Kazda, V. : Studijní návod č.3 pro posluchače dálkového studia. Liberec, VŠST 1986.
- [6] Pátek, Z. : Řešené úlohy z fyziky pro základní školu. Děčín, Okresní pedagogické středisko 1989.
- [7] Bohuněk, J. : Tematické soubory úloh z učiva fyziky pro 8.ročník ZŠ. Brno, Krajský pedagogický ústav 1986.
- [8] Kolektiv autorů : Proverky vybraného učiva pro fyziku - 8.ročník. Ústí nad Labem, Krajský pedagogický ústav 1985.
- [9] Ostrý, M. : Fysika v úlohách - 516 rozřešených příkladů. Praha, SPN 1958.
- [10] Psychodiagnostické a didaktické testy, n.p. : Didaktický test z fyziky pro 9.ročník ZDŠ. Bratislava.
- [11] Novotný, J. : Sbírka úloh z fyziky pro žáky ZDŠ - Elektřina a magnetismus. Praha, SPN 1966.
- [12] Kašpar, E. - Janovič, J. - Březina, F. : Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice. Praha, SPN 1982.
- [13] Tul'činskij, M. J. : Zbierka kvalitatívnych úloh z fyziky. Bratislava, Alfa 1978.
- [14] Bohuněk, J. - Klusák, A. : Tematické soubory úloh z učiva fyziky pro 6.ročník ZŠ. Brno, Krajský pedagogický ústav 1984.
- [15] Vašek, L. - Suchánek, V. : Fyzikální olympiáda na ZDŠ - II. Praha, SPN 1976.

Příloha

Výčet původních úloh podle jejich pořadových čísel. Ve sbírce jsou označeny značkou * uvedenou za číslem úlohy :

3, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 33, 36, 37, 39, 41, 46, 50, 53, 55, 58, 59, 60, 61, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 77, 85, 86, 90, 95, 99, 103, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 129, 137, 140, 141.