

Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s.

Šetrná jízda

Sborník úloh

V rámci projektu

„Energetická efektivita v souvislostech vzdělávání“

Tato publikace vznikla jako sborník úloh pro vzdělávací program Energetická efektivita a úspory, akreditovaného u MŠMT ČR pod č. j. 25089/2010-25-565 v rámci projektu Energetická efektivita v souvislostech vzdělávání, který je financován v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

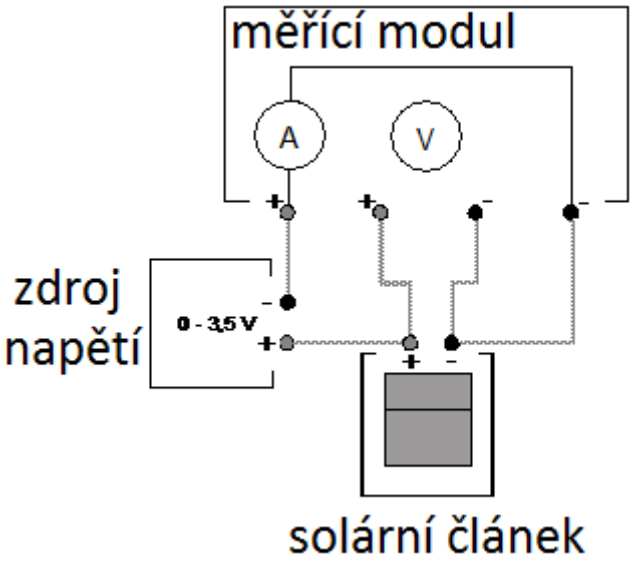
Obsah	2
1 Vliv osvětlení na AV charakteristiku solárního modulu	3
1.1 Úkol	3
1.2 Příprava úlohy.....	3
1.3 Postup – úloha 1.....	3
1.4 Příprava úlohy2.....	4
1.5 Postup – úloha 2.....	4
1.6 Výsledky	4
2 Charakteristika palivového článku	6
2.1 Úkol	6
2.2 Příprava úlohy.....	6
2.3 Postup	7
2.4 Výsledky	8
3 Faradayova a energetická účinnost palivového článku	9
3.1 Úkol	9
3.2 Příprava úlohy.....	9
3.3 Postup	10
3.4 Výsledky	11
4 První Faradayův zákon a palivový článek	12
4.1 Úkol	12
4.2 Příprava úlohy.....	12
4.3 Postup	13
4.4 Výsledky	14
5 Charakteristika elektrolyzéry.....	15
5.1 Úkol	15
5.2 Příprava úlohy.....	15
5.3 Postup	15
5.4 Výsledky	16
6 První Faradayův zákon	17
6.1 Úkol	17
6.2 Příprava úlohy.....	17
6.3 Postup	17
6.4 Výsledky	18
7 Faradayova a energetická účinnost elektrolyzéry.....	19
7.1 Úkol	19
7.2 Příprava úlohy.....	19
7.3 Postup	19
7.4 Výsledky	20
8 $\text{Voda} = 2 \text{ díly vodíku} + 1 \text{ díl kyslíku}$	21
8.1 Úkol	21
8.2 Příprava úlohy.....	21
8.3 Postup	22
8.4 Výsledky	23
9 „Závislost proudu na vzdálenosti zdroje osvětlení a úhlu dopadu“	24
9.1 Úkol	24
9.2 Příprava úlohy.....	24
9.3 Postup	24
9.4 Výsledky	25
10 Seznam použitých zkratk a jednotek.....	27

1 Vliv osvětlení na AV charakteristiku solárního modulu

1.1 Úkol

Sestrojte AV diagram znázorňující vliv osvětlení/zastínění na AV charakteristiku solárního článku. Výkon solárního článku P vypočteme jako součin napětí U a proudu I . Existuje bod, ve kterém je součin napětí a proudu, tedy výkon, největší. Tento bod označujeme jako MPP (**M**aximum **P**ower **P**oint). Do grafu u úlohy 2 zanešte křivku závislosti P - U . Bod MPP se určí tak, že do AV diagramu osvětleného solárního článku se vynese křivka závislosti P - U . Bod MPP pak leží v místě, kde P - U křivka protne křivku závislosti I - U . Stanovte bod MPP daného solárního článku při podmínkách měření.

1.2 Příprava úlohy

Schéma zapojení úlohy 1	Pomůcky
	<ul style="list-style-type: none"> - Solární modul - Měřicí modul - 5 vodičů - Černý karton - Zdroj napětí (0-3,5V)

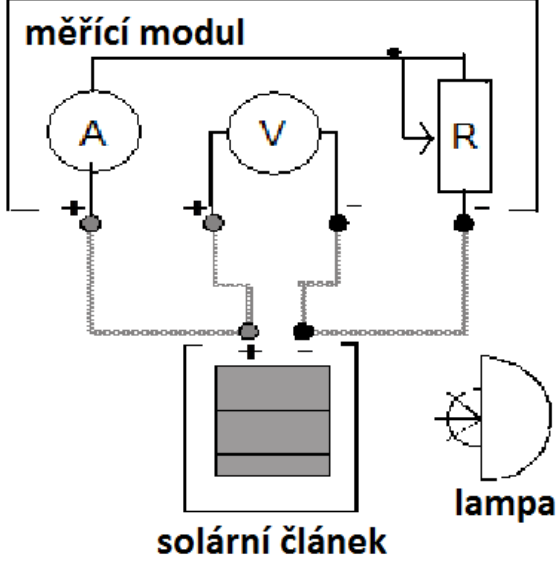
1.3 Postup – úloha 1

Umístěte solární modul na pevnou podložku a úplně jej zakryjte černým kartonem. Sestrojte obvod podle schématu, zdroj napětí zatím nepřipojujte! Nastavte přepínač na měřícím modulu na pozici „Short Circuit“. Připojte solární modul ke zdroji napětí ve „směru proudu“ tj. kladný pól zdroje napětí na kladný pól solárního modulu a záporný pól zdroje na kladný pól ampérmetru (viz. schéma zapojení).

Změřte procházející proud. Poté postupně zvyšujte napětí na zdroji od 0 do 2,5 V vždy po 0,5 V a zapisujte elektrický proud procházející obvodem. Pro oblast 2,5 – 3,5 V zvyšujte napětí vždy po 0,2 V. **Napětí na měřícím modulu nesmí překročit 3,5 V!**

modulu

1.4 Příprava úlohy2

Schéma zapojení úlohy 2	Pomůcky
	<ul style="list-style-type: none"> - Solární modul - Měřicí modul - 4 vodiče - Lampa 100-150 Watt

1.5 Postup – úloha 2

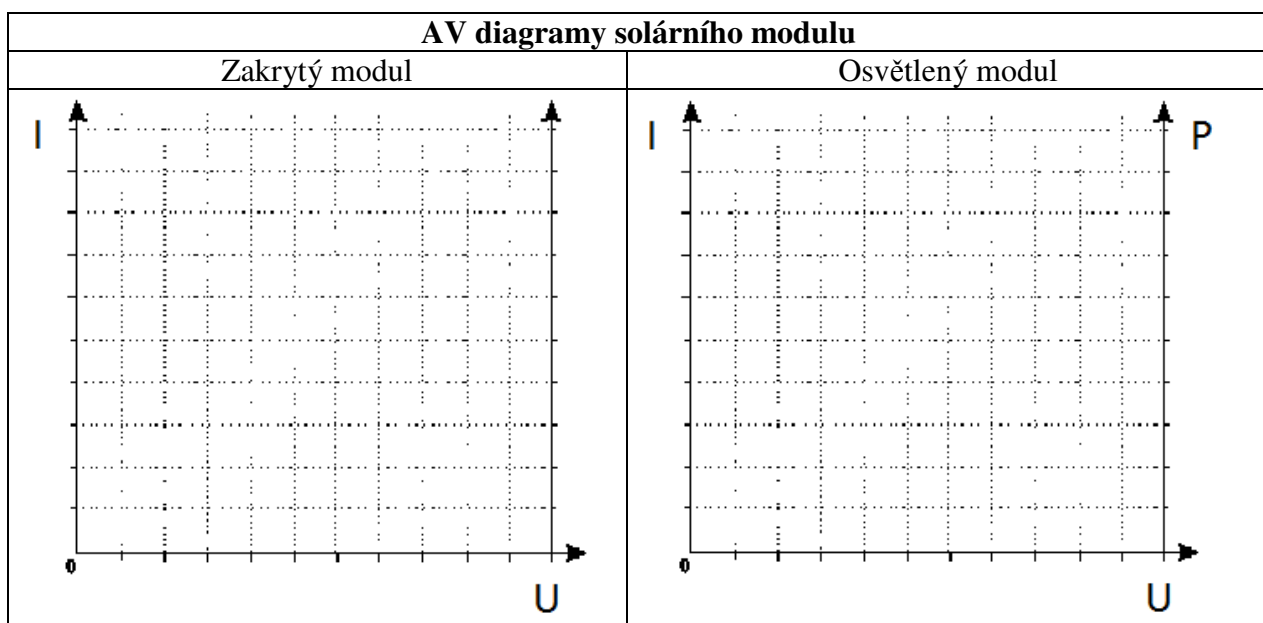
Osvětľujte solární modul pomocí dodatečné lampy vzdálené cca. 30 cm od solárního článku (el. proud by měl být na hodnotě přibližně 200-250 mA). Počkejte přibližně 5 minut, dokud se solární modul nezahřeje na relativně konstantní teplotu.

Měřte hodnoty napětí a proudu při různých odporech. Odpor se mění postupným otáčením přepínače z pozice „Short Circuit“ až po krajní hodnotu „Open Circuit“ (1, 3, 5, 10, 50, 100, 200 Ω).

1.6 Výsledky

AV charakteristika zastíněného solárního modulu	
Napětí (V)	Proud (mA)
0	
0,5	
1	
1,5	
2	
2,5	
2,7	
2,9	
3,1	
3,3	
3,5	

AV charakteristika osvětleného solárního modulu		
Odpor (Ω)	Napětí (V)	Proud (mA)
1		
3		
5		
10		
50		
100		
200		

**Vyhodnocení:**

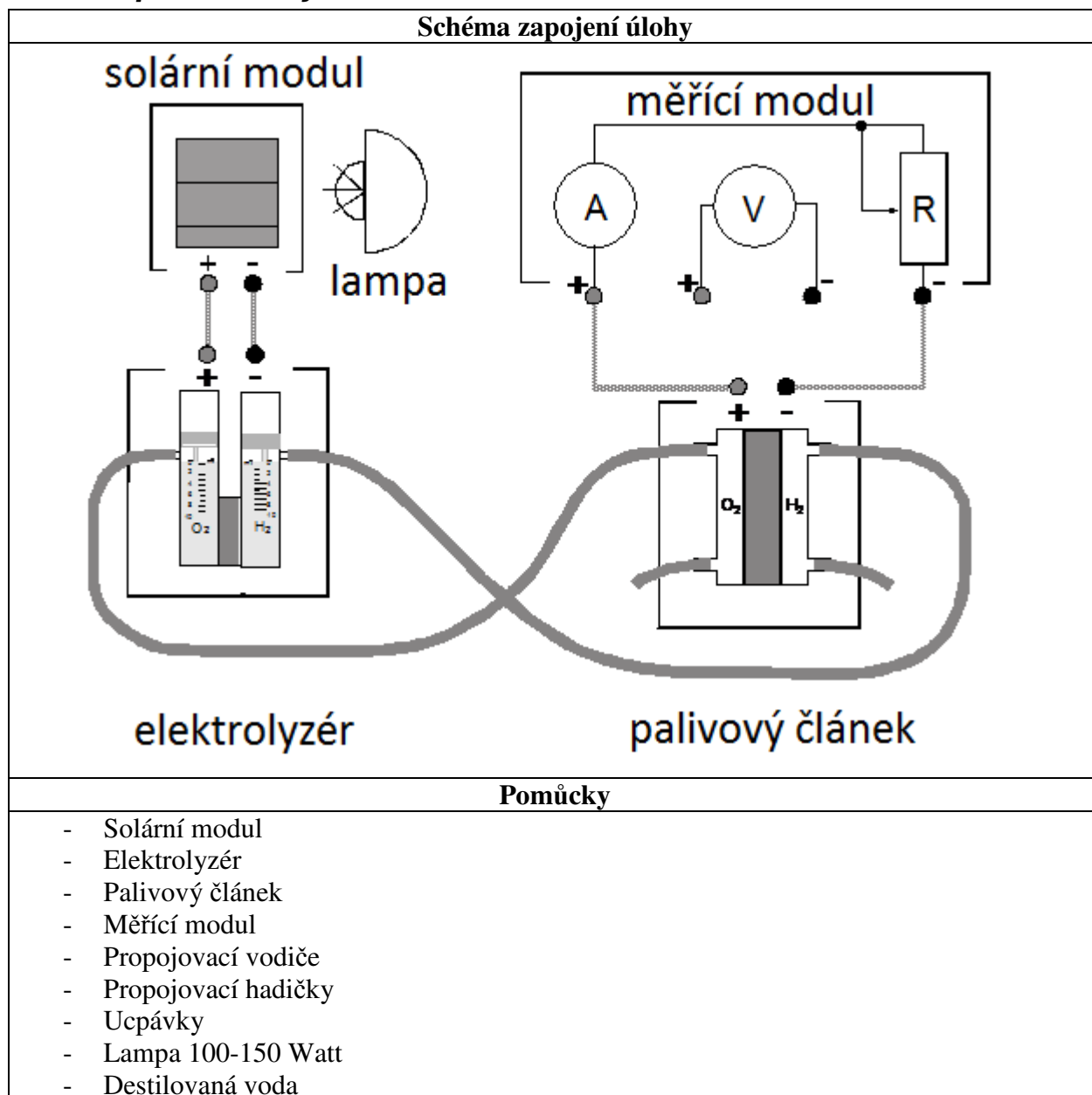
Porovnejte AV charakteristiky zakrytého a nezakrytého solárního modulu. U AV diagramu osvětleného modulu stanovte bod MPP solárního článku.

2 Charakteristika palivového článku

2.1 Úkol

Sestrojte VA charakteristiku palivového článku a vypočítejte spotřebu motorku a světelné diody.

2.2 Příprava úlohy



VAROVÁNÍ!

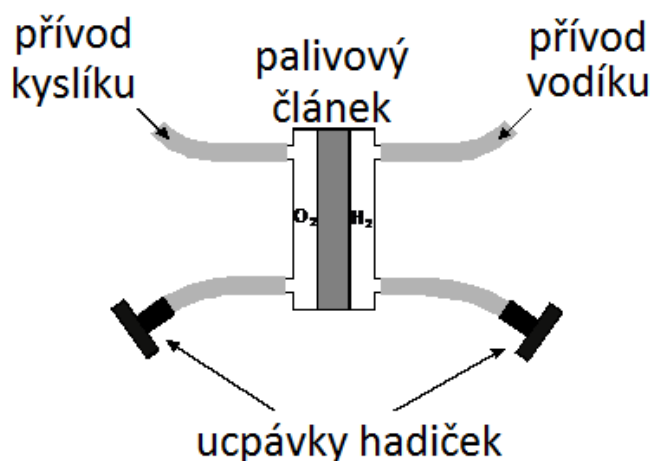
Pracujte s ochrannými brýlemi! V průběhu experimentu se nepřibližujte s otevřeným ohněm – riziko exploze! Nezaměňujte polaritu na elektrolyzéru!

- 1) Zkontrolujte, zda jsou hadičky mezi elektrolyzérem a palivovým článkem správně propojené.
- 2) Ujistěte se, že jsou oba plynové zásobníky na začátku experimentu naplněny destilovanou vodou do stejné výše (značka 0 ml).

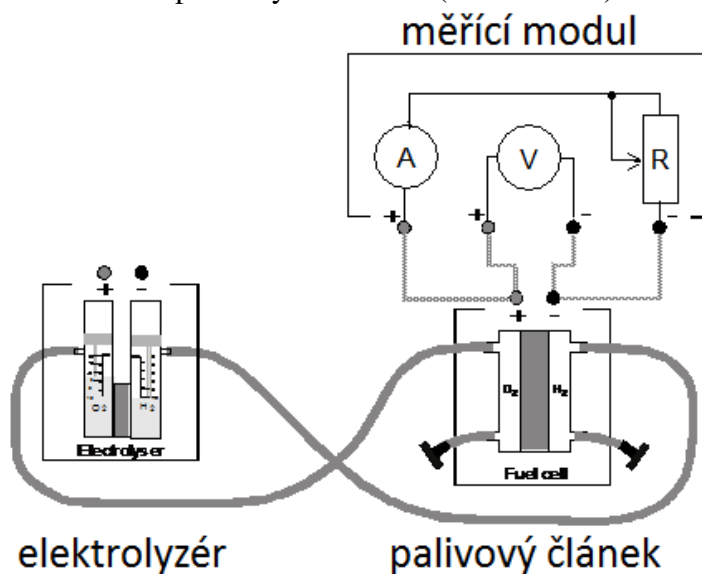
Charakteristika palivového článku

2.3 Postup

- 1) Nastavte otočný přepínač do polohy „OPEN“
- 2) Nastavte proud ze solárního článku do elektrolyzáru na konstantní hodnotu přibližně 200-300 mA. Solární modul musí být natočen kolmo k lampě (zdroji světla), aby byla jasně viditelná produkce plynů v elektrolyzáru.
- 3) Propláchněte vznikajícím plynem celý systém (elektrolyzáru, spojovací hadičky, palivový článek) po dobu 5 minut. Poté nastavte otočný přepínač měřicího modulu na 3 Ohm na 3 minuty. Na ampérmetru měřicího modulu sledujte procházející elektrický proud. Poté otočte přepínač do polohy „OPEN“ a celý systém propláchněte vznikajícími plyny po dobu 3 minut.
- 4) Odpojte elektrolyzáru od zdroje napětí (solárního článku) a uzavřete hadičky na výstupu pomocí ucpávek (viz. obrázek):



- 5) Připojte elektrolyzáru ke zdroji napětí (solárnímu článku) a jímejte vznikající plyny v zásobnících. Přerušete napájení elektrolyzáru, když vodík dosáhne značky 10 ml.
- 6) Odpojte vodiče mezi solárním článkem a elektrolyzáru a použijte je ke spojení voltmetru měřicího modulu s palivovým článkem (viz. obrázek):



- 7) Zaznamenávejte charakteristiky změnou odporu pomocí otáčení přepínače na měřicím modulu. Začněte na pozici „OPEN“ a poté snižujte po jednotlivých krocích odpor otáčením přepínače směrem doprava. U každé polohy (odporu) počkejte 30 s a poté do tabulky zaznamenejte hodnoty napětí a proudu. Poslední měření bude provedeno v pozici „Motor“.

- 8) Po zaznamenání charakteristik otočte přepínač zpět do polohy „OPEN“ a odstraňte ucpávky.
- 9) Sestrojte a analyzujte VA charakteristiku palivového článku.

2.4 Výsledky

Odpor (Ω)	Napětí (V)	Proud (mA)

Grafy:

Vyhodnocení:

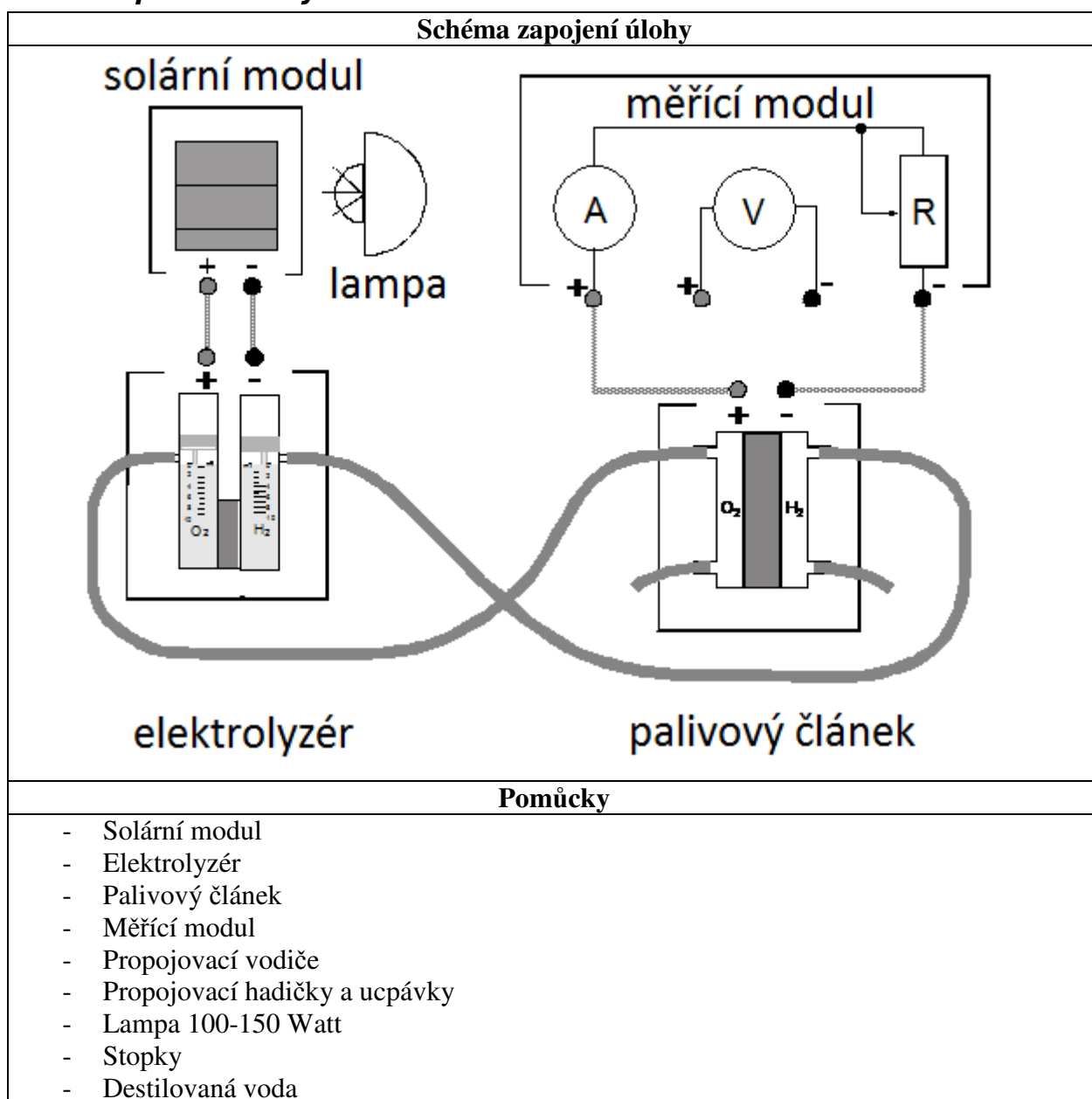
- 1) Analyzujte VA charakteristiku palivového článku.
- 2) Do VA charakteristiky vložte pracovní napětí a proud motorku a světelné diody.
- 3) Sestrojte P-I diagram.
- 4) Vypočítejte spotřebu energie motorku a světelné diody a tyto hodnoty zanešte do P-I diagramu.

3 Faradayova a energetická účinnost palivového článku

3.1 Úkol

Spočítejte Faradayovu a energetickou účinnost palivového článku.

3.2 Příprava úlohy



VAROVÁNÍ!

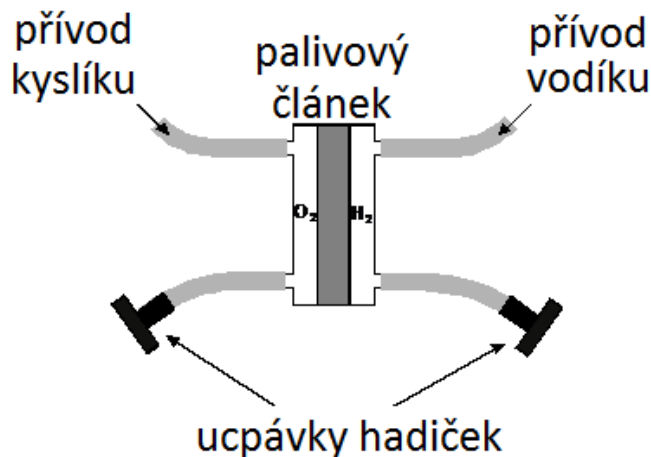
Pracujte s ochrannými brýlemi! V průběhu experimentu se nepřibližujte s otevřeným ohněm – riziko exploze! Nezaměňujte polaritu na elektrolyzáru!

- 1) Zkontrolujte, zda jsou hadičky mezi elektrolyzérem a palivovým článkem správně propojené.
- 2) Ujistěte se, že jsou oba plynové zásobníky na začátku experimentu naplněny destilovanou vodou do stejné výše (značka 0 ml).

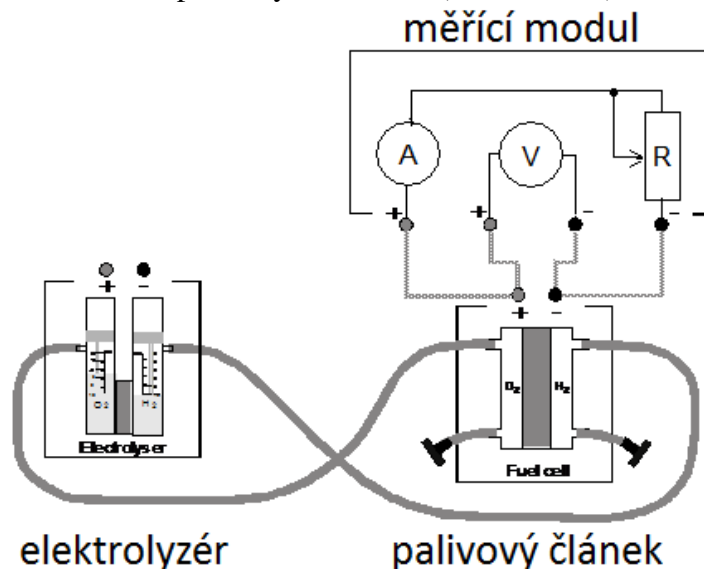
článku

3.3 Postup

- 1) Nastavte otočný přepínač do polohy „OPEN“
- 2) Nastavte proud ze solárního článku do elektrolyzáru na konstantní hodnotu přibližně 200-300 mA. Solární modul musí být natočen kolmo k lampě (zdroji světla), aby byla jasně viditelná produkce plynů v elektrolyzáru.
- 3) Propláchněte vznikajícím plynem celý systém (elektrolyzáru, spojovací hadičky, palivový článek) po dobu 5 minut. Poté nastavte otočný přepínač měřicího modulu na 3 Ohm na 3 minuty. Na ampérmetru měřicího modulu sledujte procházející elektrický proud. Poté otočte přepínač do polohy „OPEN“ a celý systém propláchněte vznikajícími plyny po dobu 3 minut.
- 4) Odpojte elektrolyzáru od zdroje napětí (solárního článku) a uzavřete hadičky na výstupu pomocí ucpávek (viz. obrázek):



- 5) Připojte elektrolyzáru ke zdroji napětí (solárnímu článku) a jímejte vznikající plyny v zásobnících. Přerušete napájení elektrolyzáru, když vodík dosáhne značky 10 ml.
- 6) Celý systém není dokonale těsný, proto zaznamenávejte únik plynu pomocí stupnice na zásobníku vodíku po dobu 5 minut. Poté určete rychlost úniku plynu v ml vodíku za minutu.
- 7) Opětovně připojte elektrolyzáru ke zdroji napětí, dokud vodík v zásobnících opět nedosáhne značky 10 ml.
- 8) Odpojte vodiče mezi solárním článkem a elektrolyzárem a použijte je ke spojení voltmetru měřicího modulu s palivovým článkem (viz. obrázek):



Faradayova a energetická účinnost palivového článku

- 9) Nastavte odpor na 3Ω . Zaznamenávejte množství vodíku spotřebovaného palivovým článkem za 180 s. Zároveň zapisujte hodnoty napětí a proudu na palivovém článku. Umístěte přepínač do pozice „OPEN“ po 180 s.
- 10) Dvakrát zopakujte kroky 7 a 8 a spočítejte průměrnou spotřebu vodíku. Po měření otočte přepínač do polohy „OPEN“ a odstraňte ucpávky na výstupních hadičkách palivového článku.
- 11) Spočítejte příslušný objem vodíku a stanovte Faradayovu a energetickou účinnost palivového článku.

3.4 Výsledky

Měření nezatíženého palivového článku:

$$T = 300 \text{ s} = 5 \text{ min}$$

$$\text{Ztráta objemu vodíku ze zásobníku:} \quad V = \quad \text{ml}$$

$$\text{Rychlost úniku plynu ze systému:} \quad V/t = \quad \text{ml/min}$$

Zatížený palivový článěk (v provozu):

$$R = \quad \Omega$$

$$t = \quad \text{s} \quad V_1 = \quad \text{ml}$$

$$U = \quad \text{V} \quad V_2 = \quad \text{ml} \quad V_{\text{průměr}} = \quad \text{ml}$$

$$I = \quad \text{mA} \quad V_3 = \quad \text{ml} \quad (\text{spotřebovaný vodík})$$

Vyhodnocení:

Faradayova účinnost palivového článku je:

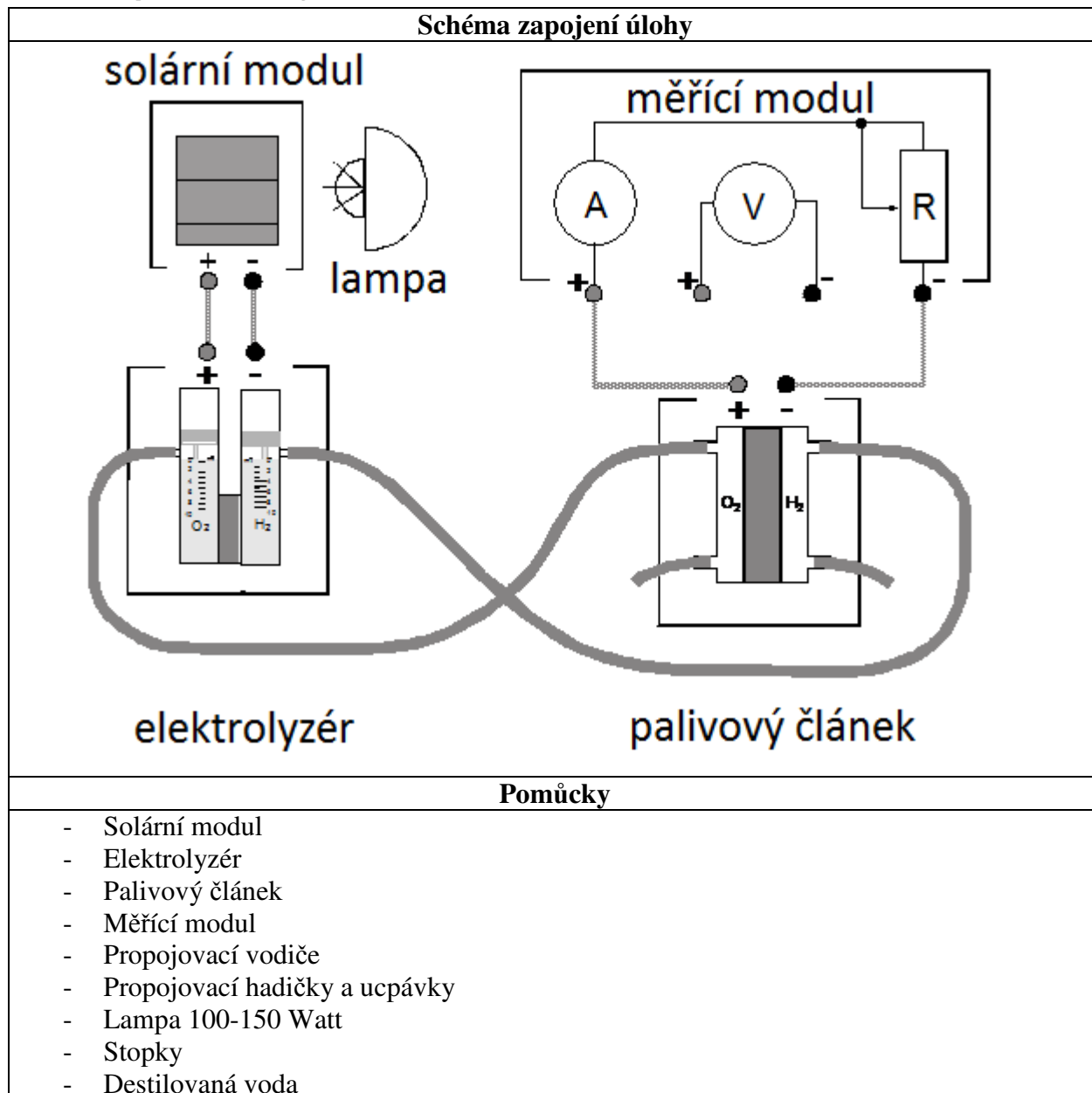
Energetická účinnost palivového článku je:

4 První Faradayův zákon a palivový článek

4.1 Úkol

Zjistěte souvislost mezi množstvím vyprodukovaného vodíku a přeneseným elektrickým nábojem (první Faradayův zákon).

4.2 Příprava úlohy



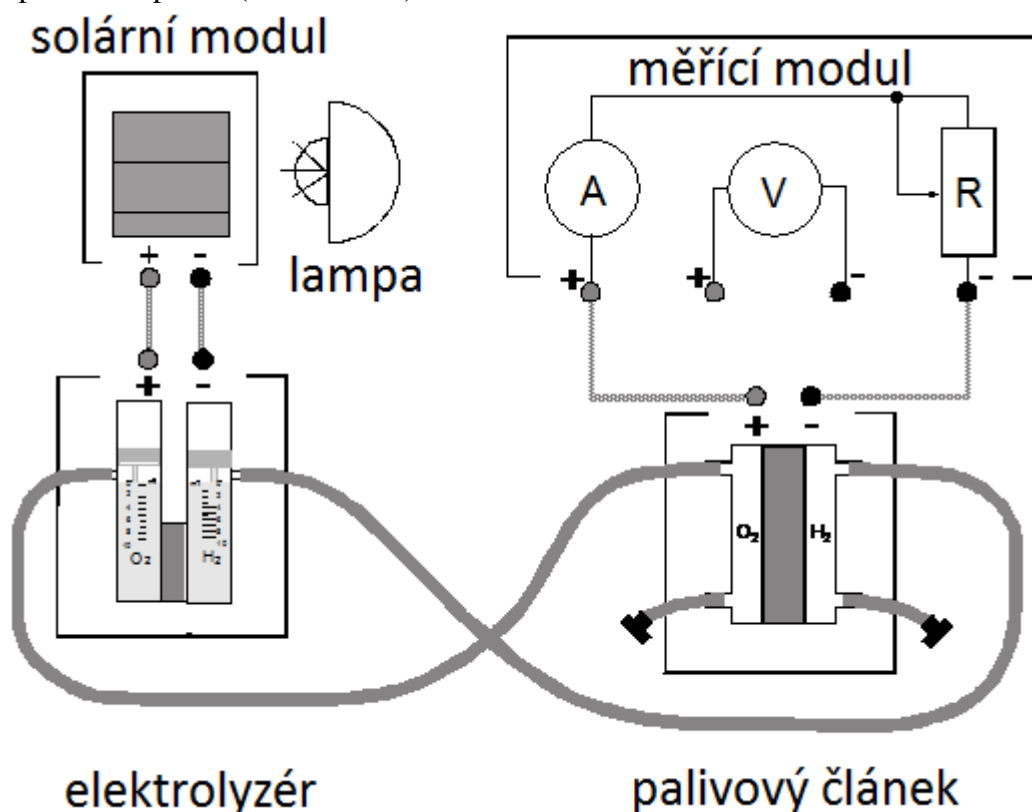
VAROVÁNÍ!

Pracujte s ochrannými brýlemi! V průběhu experimentu se nepřibližujte s otevřeným ohněm – riziko exploze! Nezaměňujte polaritu na elektrolyzáru!

- 1) Zkontrolujte, zda jsou hadičky mezi elektrolyzérem a palivovým článkem správně propojené.
- 2) Ujistěte se, že jsou oba plynové zásobníky na začátku experimentu naplněny destilovanou vodou do stejné výše (značka 0 ml).

4.3 Postup

- 1) Nastavte otočný přepínač do polohy „OPEN“
- 2) Nastavte proud ze solárního článku do elektrolyzáru na konstantní hodnotu přibližně 200-300 mA. Solární modul musí být natočen kolmo k lampě (zdroji světla), aby byla jasně viditelná produkce plynů v elektrolyzáru.
- 3) Propláchněte vznikajícím plynem celý systém (elektrolyzáru, spojovací hadičky, palivový článek) po dobu 5 minut. Poté nastavte otočný přepínač měřicího modulu na 3 Ohm na 3 minuty. Na ampérmetru měřicího modulu sledujte procházející elektrický proud. Poté otočte přepínač do polohy „OPEN“ a celý systém propláchněte vznikajícími plyny po dobu 3 minut.
- 4) Odpojte elektrolyzáru od zdroje napětí (solárního článku) a uzavřete hadičky na výstupu pomocí ucpávek (viz. obrázek):



- 5) Připojte elektrolyzáru ke zdroji napětí (solárnímu článku) a jímejte vznikající plyny v zásobnících. Přerušete napájení elektrolyzáru, když vodík dosáhne značky 10 ml.
- 6) Celý systém není dokonale těsný, proto zaznamenávejte únik plynu pomocí stupnice na zásobníku vodíku po dobu 5 minut. Poté určete rychlost úniku plynu v ml vodíku za minutu.
- 7) Opětovně připojte elektrolyzáru ke zdroji napětí, dokud vodík v zásobnících opět nedosáhne značky 10 ml a poté elektrolyzáru znovu odpojte od zdroje.
- 8) Za účelem stanovení první části Faradayova zákona nastavte konstantní proud otočením přepínače na 3 Ω. Nyní každých 60 s zaznamenejte objem vodíku spotřebovaného palivovým článkem ze zásobníku v periodě od 60 do 240 s. Poté otočte přepínač opět na pozici „OPEN“.
- 9) Opětovně připojte elektrolyzáru ke zdroji napětí, dokud vodík v zásobníku opět nedosáhne značky 10 ml a poté elektrolyzáru znovu odpojte od zdroje.
- 10) Za účelem stanovení druhé části Faradayova zákona obnovte elektrické zapojení palivového článku a postupně nastavujte různou velikost elektrického proudu výběrem různých odporů (10, 5, 3 a 1 Ω). Zaznamenejte objem vodíku spotřebovaného palivovým

článkem za 120 s. Nastavte přepínač do pozice „OPEN“ a naplňte zásobník vodíku po značku 10 ml po každém jednotlivém měření, jak je popsáno v bodu 8.

- 11) Po měření nastavte přepínač do pozice „OPEN“ a odstraňte ucpávky na výstupu z palivového článku.
- 12) Korigujte naměřené množství plynu odečtením úniku plynu způsobeného netěsností systému.
- 13) Vyhodnoťte zaznamenaná data o spotřebě vodíku a zjistěte souvislost mezi množstvím vyprodukovaného vodíku a přeneseným elektrickým nábojem (první Faradayův zákon).

4.4 Výsledky

Spotřeba vodíku v závislosti na čase	
R = konst.	I = mA = konst.
Čas (s)	Objem H ₂ (ml)
60	
120	
180	
240	

Spotřeba vodíku v závislosti na velikosti elektrického proud		
t = s = konst		
Odpor (Ω)	Proud (mA)	Objem H ₂ (ml)
10		
5		
3		
1		

Grafy:

Vyhodnocení:

Souvislost mezi množstvím vyprodukovaného vodíku a přeneseným elektrickým nábojem (první Faradayův zákon):

.....

.....

.....

.....

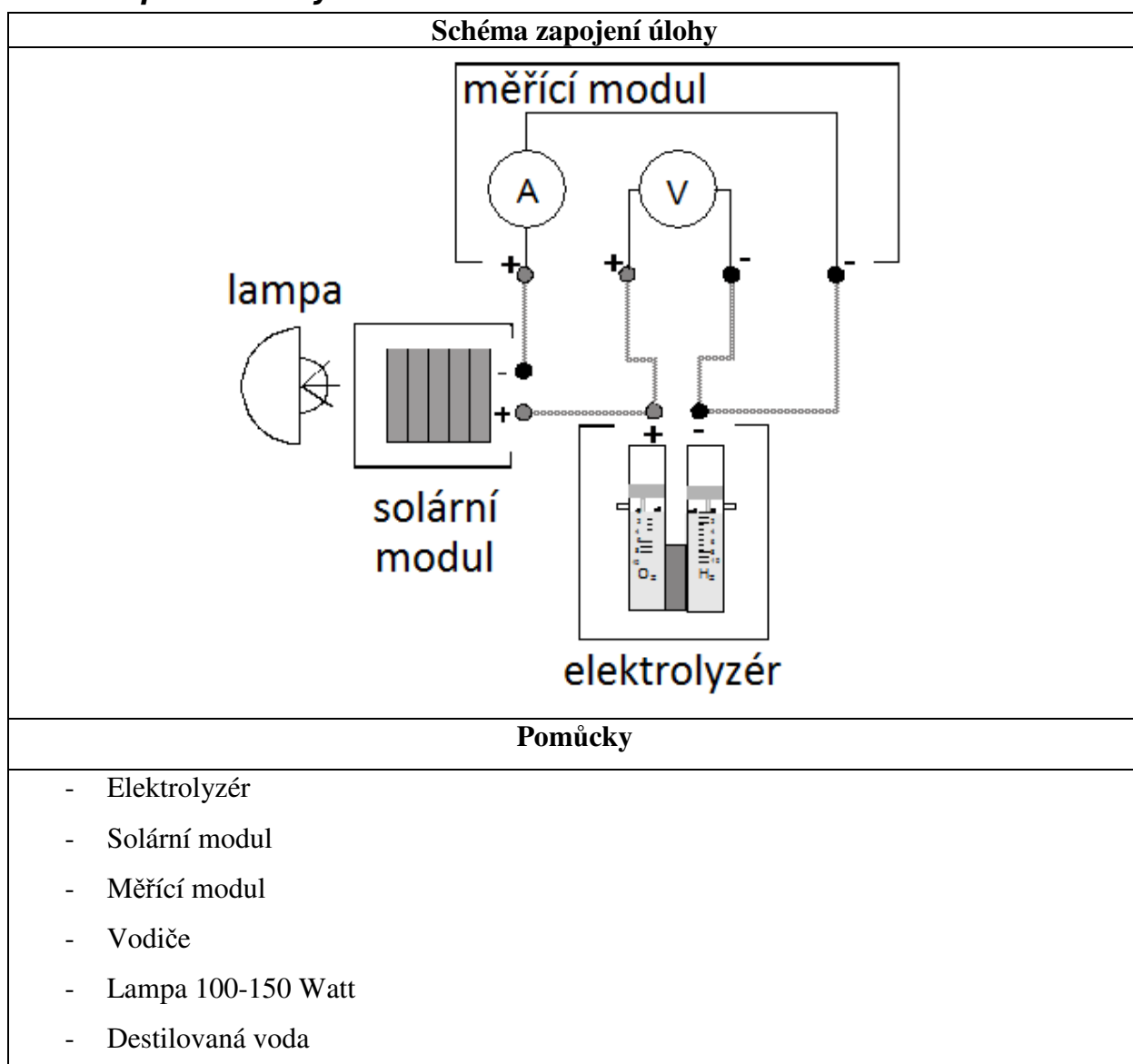
.....

5 Charakteristika elektrolyzéry

5.1 Úkol

Sestrojte VA charakteristiku elektrolyzéry.

5.2 Příprava úlohy



VAROVÁNÍ!

Pracujte s ochrannými brýlemi! V průběhu experimentu se nepřibližujte s otevřeným ohněm – riziko exploze! Nezaměňujte polaritu na elektrolyzéry!

5.3 Postup

- 1) Nastavte přepínač na měřicím modulu do polohy „SHORT CIRCUIT“.
- 2) Pomocí změny intenzity osvětlení solárního modulu (např. změnou úhlu osvětlení) měňte velikost produkovaného elektrického proudu od cca. 10 mA do přibližně 350 mA (závisí na typu použité lampy). Zaznamenávejte napětí a proud na elektrolyzéry pro minimálně 8 různých hodnot nastaveného elektrického proudu do připravené tabulky.

5.4 Výsledky

Napětí (V)	Proud (mA)

Grafy:

Vyhodnocení:

Popište křivku VA charakteristiky elektrolyzéro:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

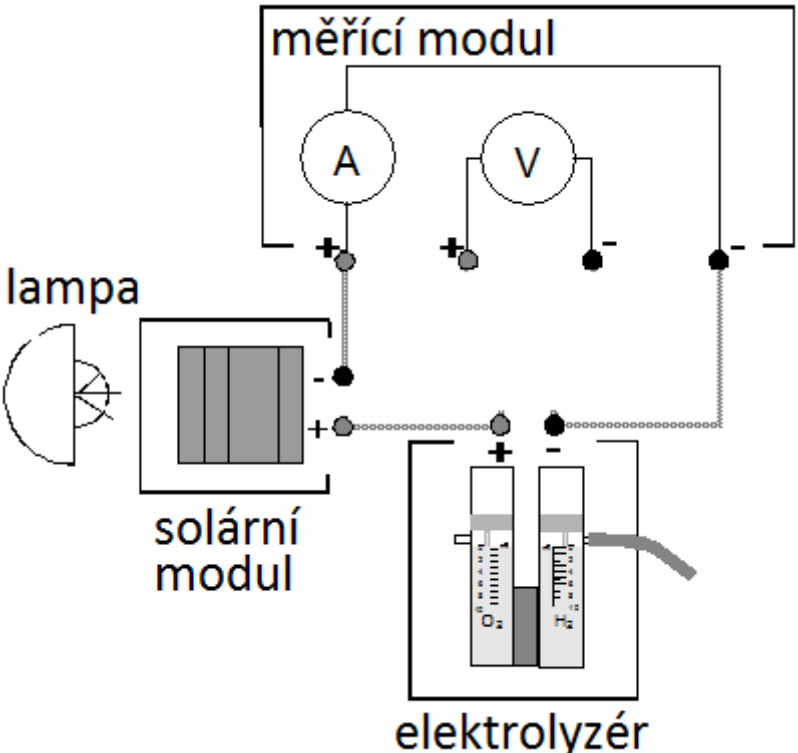
.....

6 První Faradayův zákon

6.1 Úkol

Ověřte vztah mezi objemem uvolněného vodíku a přeneseným nábojem (první Faradayův zákon). Odvoďte druhý Faradayův zákon.

6.2 Příprava úlohy

Schéma zapojení úlohy	Pomůcky
	<ul style="list-style-type: none">- Solární modul- Elektrolyzér- Měřicí modul- Vodiče- Spojovací hadičky- Ucpávky- Stopky- Lampa 100-150 Watt- Destilovaná voda

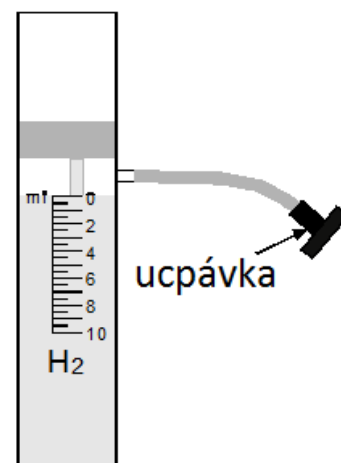
VAROVÁNÍ!

Pracujte s ochrannými brýlemi! V průběhu experimentu se nepřibližujte s otevřeným ohněm – riziko exploze! Nezaměňujte polaritu na elektrolyzéru!

- 1) Ujistěte se, že jsou oba plynové zásobníky na začátku experimentu naplněny destilovanou vodou do stejné výše (značka 0 ml).

6.3 Postup

- 1) Nastavte přepínač do polohy „SHORT CIRCUIT“ .
- 2) Pro měření uzavřete pomocí ucpávky výstupní hadičku u zásobníku vodíku (viz. obrázek):
Po připojení zdroje napětí (solárního článku) se bude uvolněný vodík jímát do válce.
- 3) Nastavte solární modul (pomocí úrovně osvětlení) tak, aby produkoval konstantní proud cca. 250 mA a každých 30 s zaznamenávejte objem vyprodukovaného vodíku (mezi 60. a 210. sekundou).
- 4) Nastavte periodu měření ($t = 180$ s). Proved'te několik



měření, mezi kterými budete měnit sklon solárního modulu, aby poskytoval rozdílné množství elektrického proudu. Měřte objem uvolněného vodíku při různé velikosti použitého proudu (měňte velikost proudu cca po 100 mA v rozmezí 100 mA až 400 mA). **K produkci elektrického proudu o velikosti 400 mA je zapotřebí výkonné lampy – zapínejte tuto lampu pouze na dobu experimentu.**

6.4 Výsledky

Měření při konstantním proudu	
I = mA = konst.	
Čas (s)	Objem H ₂ (ml)
60	
90	
120	
150	
180	
210	

Měření při konstantní periodě měření	
t = s = konst.	
Proud (mA)	Objem H ₂ (ml)
100	
200	
300	
400	

Vyhodnocení:

Souvislost mezi množstvím vyprodukovaného vodíku a přeneseným elektrickým nábojem (první Faradayův zákon):

.....

.....

.....

.....

.....

Druhý Faradayův zákon:

.....

.....

.....

.....

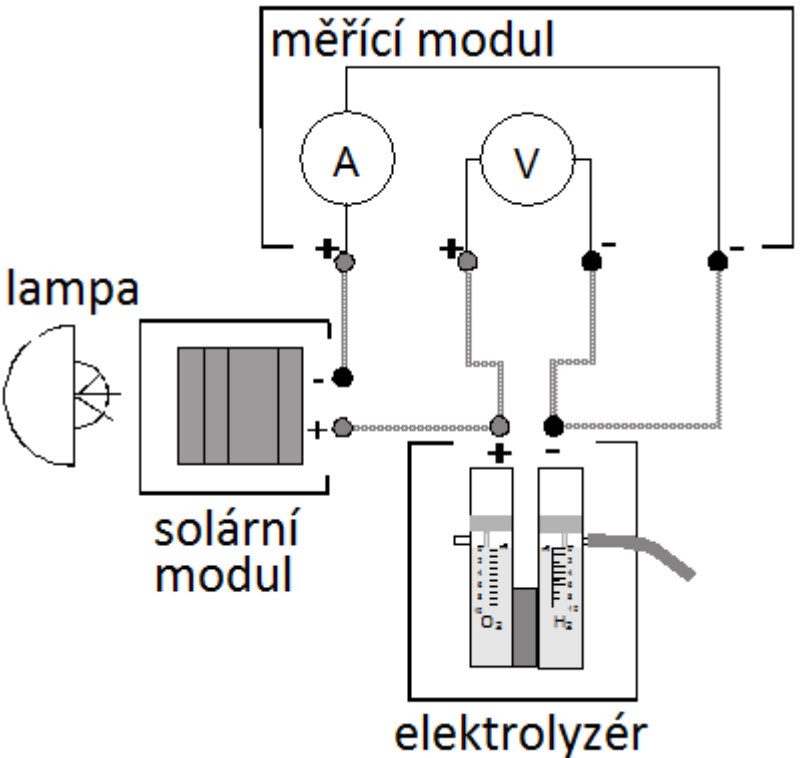
.....

7 Faradayova a energetická účinnost elektrolyzáru

7.1 Úkol

Stanovte Faradayovu a energetickou účinnost elektrolyzáru.

7.2 Příprava úlohy

Schéma zapojení úlohy	Pomůcky
	<ul style="list-style-type: none"> - Solární modul - Elektrolyzáru - Měřicí modul - Vodiče - Spojovací hadičky - Ucpávky - Stopky - Lampa 100-150 Watt - Destilovaná voda

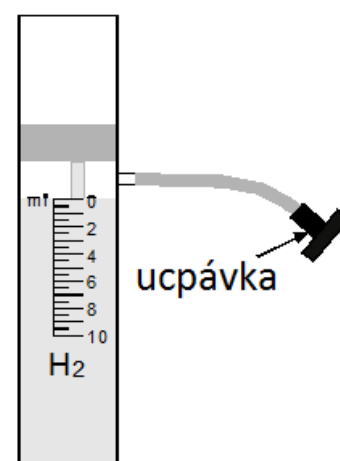
VAROVÁNÍ!

Pracujte s ochrannými brýlemi! V průběhu experimentu se nepřibližujte s otevřeným ohněm – riziko exploze! Nezaměňujte polaritu na elektrolyzáru!

- 1) Ujistěte se, že jsou oba plynové zásobníky na začátku experimentu naplněny destilovanou vodou do stejné výše (značka 0 ml).

7.3 Postup

- 1) Nastavte přepínač do polohy „SHORT CIRCUIT“ .
- 2) Pro měření uzavřete pomocí ucpávky výstupní hadičku u zásobníku vodíku (viz. obrázek):
Po připojení zdroje napětí (solárního článku) se bude uvolňovaný vodík jímát do válce.
- 3) Nastavte solární modul (pomocí úrovně osvětlení) tak, aby produkoval konstantní proud cca. 250 mA, měřte napětí na elektrolyzáru a zaznamenávejte objem vyprodukovaného vodíku.



- 4) Měření zopakujte třikrát při stejně dlouhé periodě měření ($t = 180$ s). Stanovte průměrný objem uvolněného vodíku a tuto hodnotu použijte k dalším výpočtům.
- 5) Stanovte Faradayovu a energetickou účinnost elektrolyzéry.

7.4 Výsledky

Naměřená data:

$t =$ s $V_1 =$ ml

$U =$ V $V_2 =$ ml

$I =$ mA $V_3 =$ ml $V_{\text{průměr}} =$ ml

Vyhodnocení:

Faradayova účinnost palivového článku je:

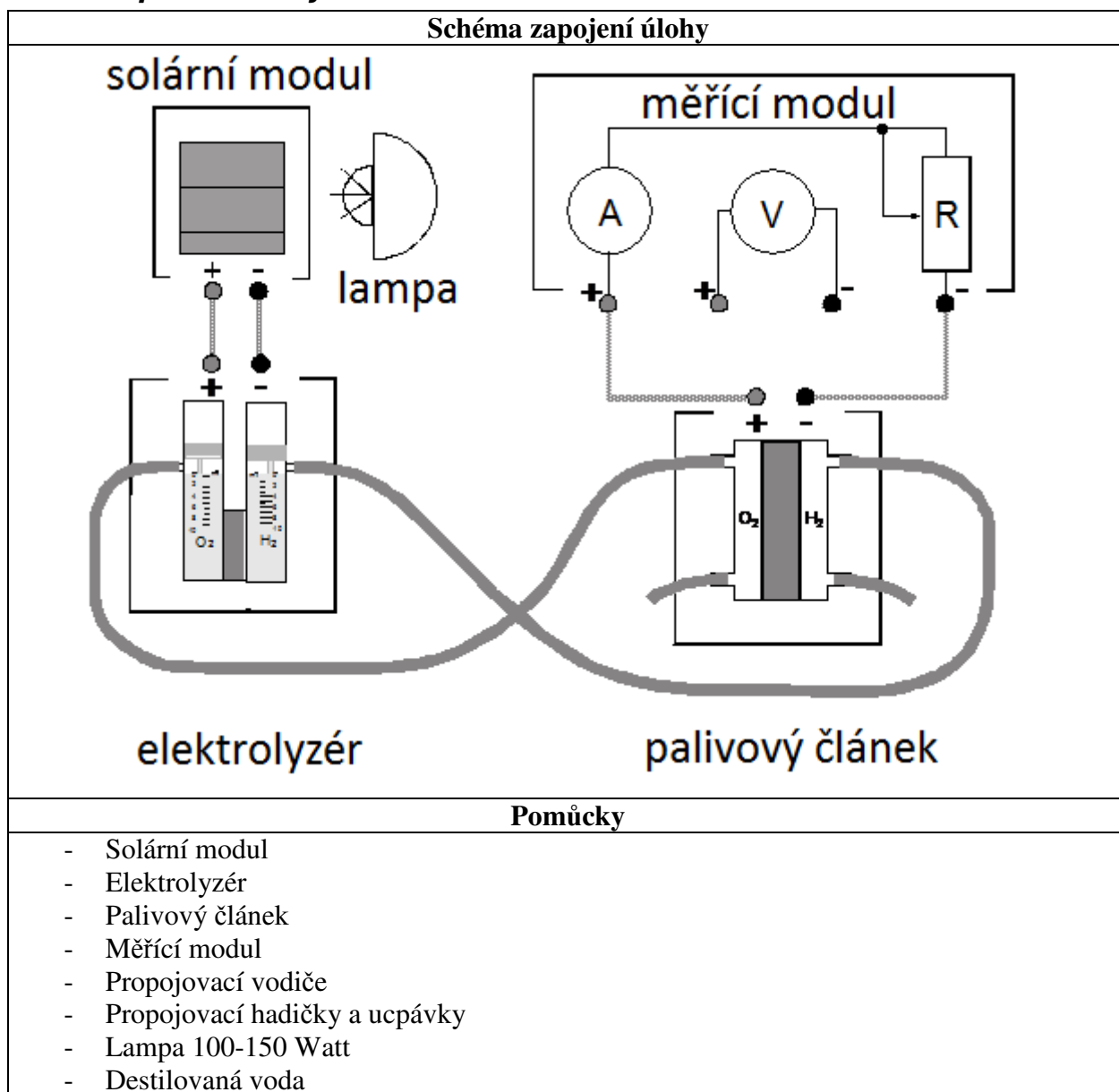
Energetická účinnost palivového článku je:

8 Voda = 2 díly vodíku + 1 díl kyslíku

8.1 Úkol

Stanovte podíl objemů plynů uvolněných během elektrolýzy a podíl plynů spotřebovaných palivovým článkem během jeho činnosti.

8.2 Příprava úlohy



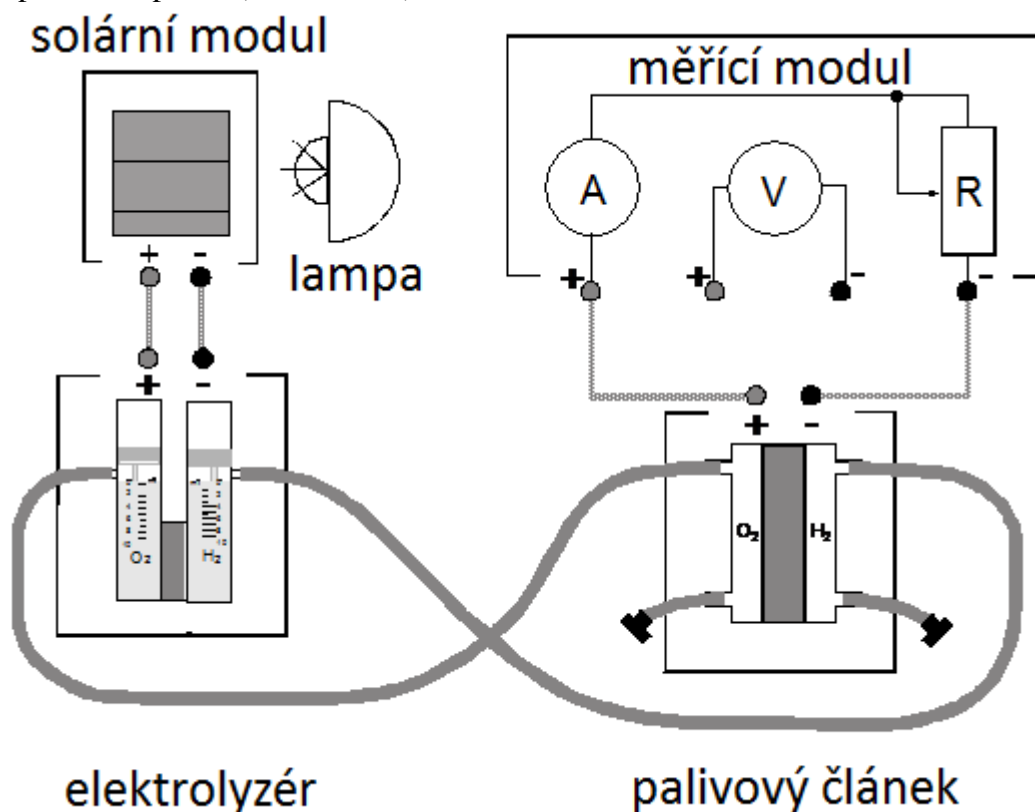
VAROVÁNÍ!

Pracujte s ochrannými brýlemi! V průběhu experimentu se nepřibližujte s otevřeným ohněm – riziko exploze! Nezaměňujte polaritu na elektrolyzáru!

- 1) Zkontrolujte, zda jsou hadičky mezi elektrolyzárem a palivovým článkem správně propojené.
- 2) Ujistěte se, že jsou oba plynové zásobníky na začátku experimentu naplněny destilovanou vodou do stejné výše (značka 0 ml).

8.3 Postup

- 1) Nastavte otočný přepínač do polohy „OPEN“
- 2) Ujistěte se, že jsou oba plynové zásobníky na začátku experimentu naplněny destilovanou vodou do stejné výše (značka 0 ml). Nastavte proud ze solárního článku do elektrolyzáru na konstantní hodnotu přibližně 200-300 mA. Solární modul musí být natočen kolmo k lampě (zdroji světla), aby byla jasně viditelná produkce plynů v elektrolyzáru.
- 3) Propláchněte vznikajícím plynem celý systém (elektrolyzáru, spojovací hadičky, palivový článek) po dobu 5 minut. Poté nastavte otočný přepínač měřicího modulu na 3 Ohm na 3 minuty. Na ampérmetru měřicího modulu sledujte procházející elektrický proud. Poté otočte přepínač do polohy „OPEN“ a celý systém propláchněte vznikajícími plyny po dobu 3 minut.
- 4) Odpojte elektrolyzáru od zdroje napětí (solárního článku) a uzavřete hadičky na výstupu pomocí ucpávek (viz. obrázek):



- 5) Připojte elektrolyzáru ke zdroji napětí (solárnímu článku) a jímejte vznikající plyny v zásobnících. Přerušete napájení elektrolyzáru, když vodík dosáhne značky 10 ml. Zjistěte množství kyslíku vyprodukovaného za stejnou dobu.
- 6) Nastavte přepínač na měřícím modulu na odpor 1 Ω. Obvodem protéká elektrický proud a palivový článek spotřebovává zachycený vodík.
- 7) Nastavením přepínače do polohy „OPEN“ odpojte palivový článek z elektrického obvodu, když hladina v zásobníku vodíku dosáhne značky 0 ml. Palivový článek spotřeboval veškerý uskladněný vodík (10 ml).
- 8) Změřte objem spotřebovaného kyslíku.
- 9) Po ukončení měření odstraňte ucpávky na výstupu z palivového článku.

Voda = 2 díly vodíku + 1 díl kyslíku

8.4 Výsledky

Rozklad vody v elektrolyzátoru:

Objem vodíku \approx 10 ml

Objem kyslíku ml

Spotřeba v palivovém článku:

Spotřeba vodíku \approx 10 ml

Spotřeba kyslíku ml

Vyhodnocení:

Podíl objemů plynů uvolněných při elektrolýze je:

.....

Podíl plynů spotřebovaných palivovým článkem během jeho činnosti je:

.....

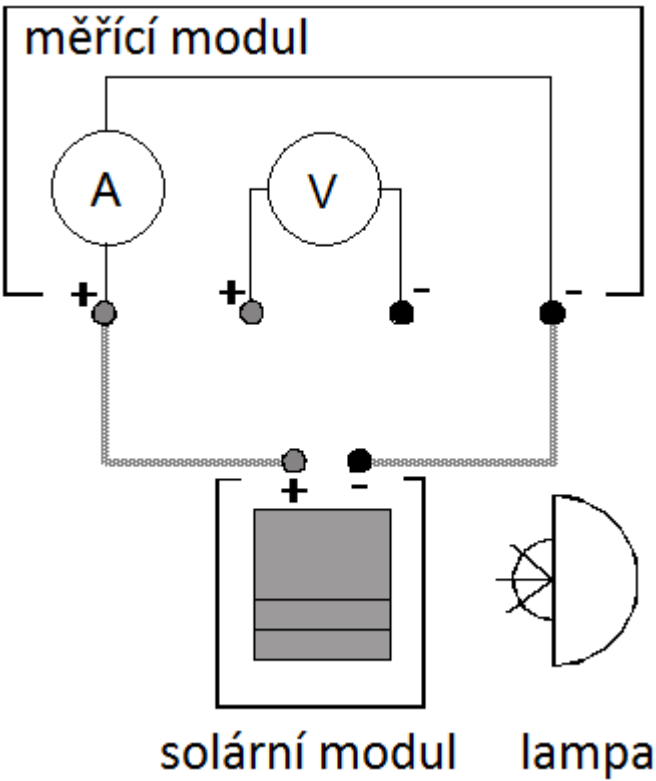
a úhlu dopadu“

9 „Závislost proudu na vzdálenosti zdroje osvětlení a úhlu dopadu“

9.1 Úkol

Stanovte funkční vztah mezi vzdáleností zdroje světla od solárního (fotovoltaického) článku a úhlem osvětlení. Jaký je výsledný efekt na praktické aplikace fotovoltaického článku.

9.2 Příprava úlohy

Schéma zapojení úlohy	Pomůcky
 <p style="text-align: center;">solární modul lampa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Solární modul - Měřicí modul - Vodiče - Lampa 100-150 Watt - Pravítko (úhloměr)

VAROVÁNÍ!

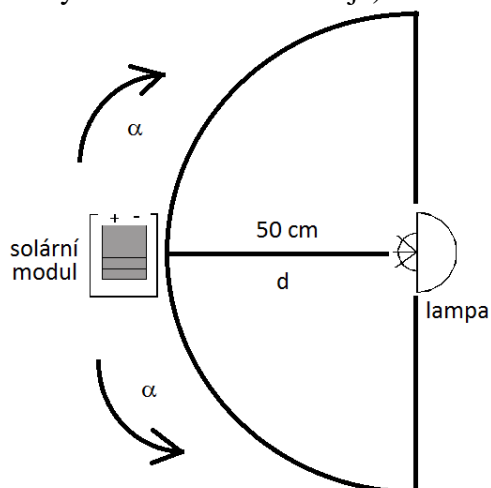
Během provádění experimentu a krátce po jeho ukončení se **horkého** článku dotýkejte pouze v rukavici nebo pomocí suchého hadříku!

9.3 Postup

- 1) Sestavte aparaturu podle nákresu a nastavte přepínač na měřicím modulu do polohy „Short Circuit“.
- 2) Umístěte solární modul přímo před zdroj světla (lampu) tak, aby úhel dopadu na povrch článku byl kolmý (výchozí pozice 0°). Vzdálenost mezi zdrojem a solárním modulem je 50 cm a generovaný proud má velikost přibližně 150 mA (závisí na typu použité lampy).
- 3) Zaznamenejte generovaný elektrický proud (zkratový proud) a postupně přemíst'ujte solární modul po kružnici kolem zdroje vždy po 10° (0° - 90°) a pro každou polohu α zapište velikost generovaného proudu. Měření proveďte pro oba směry (posun modulu

„Závislost proudu na vzdálenosti zdroje osvětlení a úhlu dopadu“

doprava/doleva) a vypočítejte průměrnou velikost proudu pro daný úhel dopadu (eliminace nerovnoměrného výkonu světelného zdroje).



- 4) V další úloze umístíte solární článěk do pozice 0° a postupně (po 10 cm) zvětšujete vzdálenost d mezi lampou a solárním článkem (od 50 do 150 cm).
- 5) Sestrojte grafy závislostí $I-\alpha$, $I-\cos \alpha$ a $I-d$; $I-1/d^2$.

9.4 Výsledky

Úloha 1			
α ($^\circ$)	Proud (mA) - vlevo	Proud (mA) - vpravo	Proud (mA) - průměr
0			
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			
90			

Úloha 2	
d (cm)	Proud (mA)
50	
60	
70	
80	
90	
100	
110	
120	
130	
140	
150	

Grafy:

a úhlu dopadu“

Vyhodnocení:

Jaký je funkční vztah mezi vzdáleností a úhlem dopadu (osvícení) a jak ovlivňuje praktické aplikace?

.....

.....

.....

.....

.....

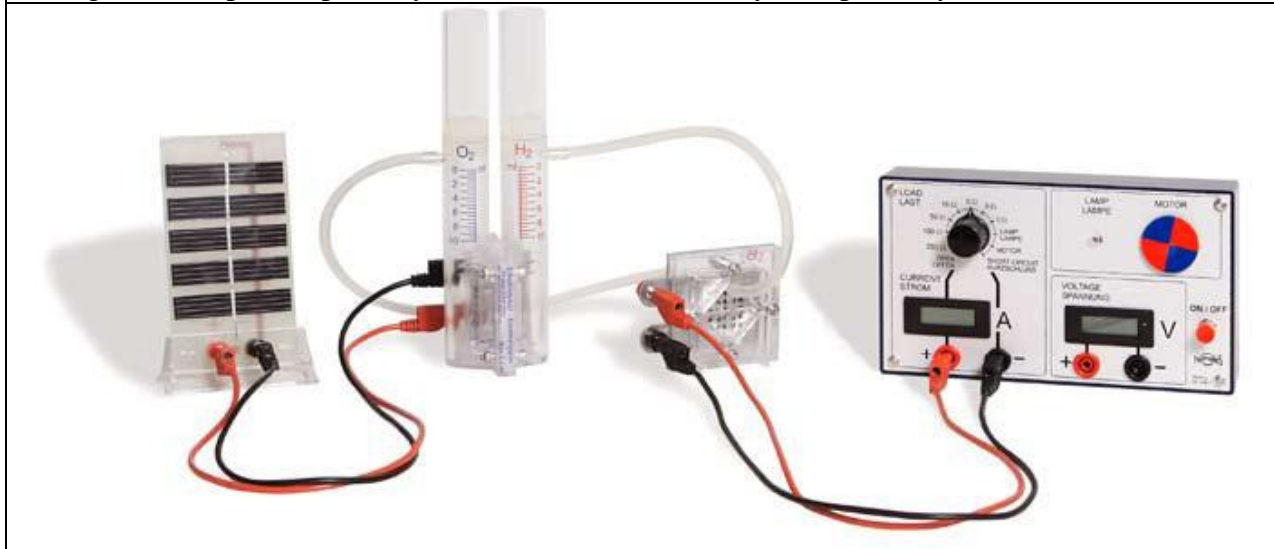
.....

.....

10 Seznam použitých zkratek a jednotek

α	Úhel (poloha) solárního článku vůči lampě (zdroj světla)
Ω	Ohm – jednotka elektrického odporu
$^{\circ}$	Stupeň (jednotka)
A	Ampér – jednotka elektrického proudu
d	Délka
H ₂	Vodík
I	Elektrický proud
O ₂	Kyslík
P	Elektrický výkon
R	Elektrický odpor (jednotka i veličina)
s	Sekunda
t	Čas
U	Elektrické napětí
V	Volt – jednotka napětí

Fotografie kompletní aparatury (solární modul – elektrolyzátor – palivový článek – měřicí modul)



Fotografie metanolového palivového článku

