

Ústav fyzikální elektroniky PŘF MU

Fyzikální praktikum pro nefyzikální obory

Pracovní list

Úloha 9: Energie ze Slunce, fotovoltaické a palivové články

Jméno:

Naměřeno:

Skupina:

Otestováno:

Studium vlastností solárního článku

1. **Určení optimálního pracovního bodu, měření VA charakteristiky článku** Měřte odpor R reostatu, pomocí systému Vernier naměřte proud I a napětí U . Data přeneste do programu QtiPlot, v něm spočítejte výkon P a odpor R pro každou dvojici hodnot proudu a napětí. V programu QtiPlot vykreslete voltampérovou charakteristiku solárního článku a závislost výkonu na odporu a grafy nalepte do pracovního listu.

Nalepte voltampérovou (VA) charakteristiku solárního článku (závislost proudu na napětí)

Nalepte graf závislosti výkonu na odporu pro solární článek.

Optimální pracovní bod:

Maximální výkon solárního článku: $P_S =$ mW,

příslušný optimální odpor zátěže: $R_{P_S} =$ Ω ,

příslušná hodnota napětí: $U_{P_S} =$ V,

příslušná hodnota proudu: $I_{P_S} =$ mA.

Jakým způsobem byl určen optimální pracovní bod (hodnota výkonu a zátěže)?

hodnota byla naměřena přímo při nastavení určité hodnoty odporu na reostatu
hodnotu jsem získal(a) aproximací z grafu závislosti výkonu na odporu, a to takto:

jiným způsobem, a to takto:

Jakým způsobem byl určen proud a napětí na zátěži odpovídající optimálnímu pracovnímu bodu?

hodnoty byly naměřeny přímo při nastavení určité hodnoty odporu na reostatu
hodnotu jsem získal(a) aproximací z voltampérové charakteristiky, a to takto:

jiným způsobem, a to takto:

Při tomto měření dochází k systematické chybě měření výkonu, skutečný výkon článku je větší menší než výkon naměřený, protože

Tato chyba je významná zanedbatelná, protože

Poznámky k experimentu:

2. Odhad energetické účinnosti solárního článku při osvětlení žárovkou

Nominální výkon použité žárovky je $P_0 =$ W,

vzdálenost solárního článku od žárovky je $r =$ m,

rozměry článku jsou $a =$ m, $b =$ m, tedy plocha $S =$ m².

Zářivý výkon žárovky dopadající na solární článek určený dle vztahu $P = P_0 \cdot \frac{S}{4\pi r^2}$: $P =$ W.

Výkon solárního článku při daném osvětlení, měřený v pracovním bodě, je: $P_S =$ W.

Účinnost solárního článku pak spočítáme jako $\eta_S = \frac{P_S}{P} =$.

Poznámky k experimentu:

3. Spektrální účinnost fotovoltaického článku

Výsledky měření proudu v zapojení fotovoltaického článku do zkratu:

(a) před halogenovou žárovkou je pouze:

červený filtr $I_r =$ mA komentář

zelený filtr $I_g =$ mA komentář

modrý filtr $I_b =$ mA komentář

(b) před halogenovou žárovkou je IR-cut filter + barevné filtry:

IR-cut++červený filtr $I_r =$ mA komentář

IR-cut++zelený filtr $I_g =$ mA komentář

IR-cut++modrý filtr $I_b =$ mA komentář

(c) před halogenovou žárovkou jsou všechny tři filtry (červený, modrý, zelený):

červený+zelený+modrý filtr $I =$ mA komentář

(d) před halogenovou žárovkou je IR-cut filter a navíc všechny tři filtry (červený, modrý, zelený):

IR-cut+červený+zelený+modrý filtr $I =$ mA komentář

Jaký je příspěvek ultrafialového záření k celkové energii při předchozích měřeních?

Poznámky k experimentu:

Studium vlastností elektrolyzáru a palivového článku

1. Měření voltampérové charakteristiky elektrolyzáru

Naměřené hodnoty pro voltampérovou charakteristiku (nevyplňujte v případě, že měříte pomocí systému Vernier a data přenášíte rovnou do počítače):

$U[V]$						
$I[mA]$						
$U[V]$						
$I[mA]$						

Z naměřených hodnot sestavte pomocí programu QtiPlot graf, který přidáte k pracovnímu listu.

Hodnota rozkladného napětí je $U_R =$ V.

Schéma zapojení a poznámky k experimentu:

Nalepte graf voltampérové (VA) charakteristiky elektrolyzéro (závislost proudu na napětí).

2. Měření účinnosti elektrolyzéro

Výhřevnost H je pro vodík rovna $H = 10,8 \cdot 10^6 \text{ Jm}^{-3}$,
objem vodíku vzniklý při elektrolyze je roven $V =$ m^3 .

Na elektrolyzéro je napětí $U =$ V, teče jím proud $I =$ mA,

a to po čas $t =$ s.

Účinnost elektrolyzéro určená podle vztahu $\vartheta_e = \frac{V_{\text{H}_2} \cdot H}{U \cdot I \cdot t} =$.

Proč je objem vodíku vzniklého při elektrolyze dvojnásobný než objem vzniklého kyslíku?

Poznámky k experimentu:

3. Měření účinnosti palivového článku

Výhřevnost H je pro vodík rovna $H = 10,8 \cdot 10^6 \text{ Jm}^{-3}$,
objem vodíku proteklého palivovým článkem je $V =$ m^3 .

Na zátěži palivového článku s odporem byly v časových intervalech Δt okamžité hodnoty

napětí U_i a proudu I_i (tabulku nevyplňujte v případě, že měříte pomocí systému Vernier a data přenášíte přímo do počítače):

$t_i[s]$						
$U_i[V]$						
$I_i[mA]$						
$t_i[s]$						
$U_i[V]$						
$I_i[mA]$						

Pomocí systému QtiPlot určete energie vyrobené palivovým článkem v jednotlivých časových intervalech Δt a celkovou vyrobenou energii za dobu měření.

Účinnost palivového článku určená podle vztahu $\eta_p = \frac{\sum_{i=1}^n U_i \cdot I_i \cdot \Delta t}{V_{H_2} \cdot H} =$.

Poznámky k experimentu:

Měření na fotovoltaickém článku, na který dopadá sluneční záření

1. Krátkodobá měření na fotovoltaickém článku

Naměřená hodnota napětí naprázdno je , což se shoduje neshoduje s hodnotou udávanou výrobcem 21,96 V.

Schéma a poznámky k nastavení systému Tecomat Foxtrot pro měření naprázdno:

Naměřená hodnota proudu nakrátko je , což se shoduje neshoduje s hodnotou udávanou výrobcem 0,32 A.

Schéma a poznámky k nastavení systému Tecomat Foxtrot pro měření nakrátko:

Při odporové zátěži _____ je hodnota napětí _____ a hodnota proudu _____
Schéma a poznámky k nastavení systému Tecomat Foxtrot pro měření se zátěží:

Porovnání hodnot s napětím naprázdno a proudem nakrátko:

2. Vliv zastínění na činnost fotovoltaického článku:

Způsob zakrytí: napětí naprázdno [V] proud nakrátko [mA]



3. Určení maximálního a průměrného výkonu fotovoltaického článku za předchozí kalendářní den (případně delší období):

zde nalepte graf závislosti výkonu na čase vytvořený ze stažených hodnot proudu a napětí
v programu QtiPlot

Maximální výkon: _____ . Průměrný výkon: _____ . Nominální výkon: _____ .

Výpočty, vztahy, způsob určení uvedených veličin a poznámky k experimentu:

Orientační měření účinnosti celého procesu získávání energie ze Slunce a její akumulace ve vodíku

1. **Určení optimálního pracovního bodu, měření VA charakteristiky článku** Měřte odpor R reostatu, pomocí systému Vernier naměřte proud I a napětí U . Data přeneste do programu QtiPlot, v něm spočítejte výkon P a odpor R pro každou dvojici hodnot proudu a napětí. V programu QtiPlot vykreslete voltampérovou charakteristiku solárního článku a závislost výkonu na odporu a grafy nalepte do pracovního listu.

Nalepte voltampérovou (VA) charakteristiku solárního článku (závislost proudu na napětí)

Optimální pracovní bod:

Maximální výkon solárního článku: $P_S =$ mW,
příslušný optimální odpor zátěže: $R_{P_S} =$ Ω ,
příslušná hodnota napětí: $U_{P_S} =$ V,
příslušná hodnota proudu: $I_{P_S} =$ mA.

Jakým způsobem byl určen optimální pracovní bod (hodnota výkonu a zátěže)?
hodnota byla naměřena přímo při nastavení určité hodnoty odporu na reostatu
hodnotu jsem získal(a) aproximací z grafu závislosti výkonu na odporu, a to takto:

jiným způsobem, a to takto:

Nalepte graf závislosti výkonu na odporu pro solární článek.

Jakým způsobem byl určen proud a napětí na zátěži odpovídající optimálnímu pracovnímu bodu?
hodnoty byly naměřeny přímo při nastavení určité hodnoty odporu na reostatu
hodnotu jsem získal(a) aproximací z voltampérové charakteristiky, a to takto:

jiným způsobem, a to takto:

Při tomto měření dochází k systematické chybě měření výkonu, skutečný výkon článku je
větší menší než výkon naměřený, protože

Tato chyba je významná zanedbatelná, protože

Poznámky k experimentu:

2. Měření účinnosti elektrolyzéro

Výhřevnost H je pro vodík rovna $H = 10,8 \cdot 10^6 \text{ Jm}^{-3}$,
objem vodíku vzniklý při elektrolýze je roven $V =$ m³.

Na elektrolyzéro je napětí $U =$ V, teče jím proud $I =$ mA,
a to po čas $t =$ s.

Účinnost elektrolyzéro určená podle vztahu $\vartheta_e = \frac{V_{\text{H}_2} \cdot H}{U \cdot I \cdot t} =$.

Proč je objem vodíku vzniklého při elektrolýze dvojnásobný než objem vzniklého kyslíku?

Poznámky k experimentu:

3. Měření účinnosti palivového článku

Výhřevnost H je pro vodík rovna $H = 10,8 \cdot 10^6 \text{ Jm}^{-3}$,
objem vodíku proteklého palivovým článkem je $V =$ m³.

Na zátěži palivového článku s odporem byly v časových intervalech Δt okamžité hodnoty napětí U_i a proudu I_i (tabulku nevyplňujte v případě, že měříte pomocí systému Vernier a data přenášíte přímo do počítače):

t_i [s]						
U_i [V]						
I_i [mA]						
t_i [s]						
U_i [V]						
I_i [mA]						

Pomocí systému QtiPlot určete energie vyrobené palivovým článkem v jednotlivých časových intervalech a celkovou vyrobenou energii za dobu měření.

Účinnost palivového článku určená podle vztahu $\vartheta_p = \frac{\sum_{i=1}^n U_i \cdot I_i \cdot \Delta t}{V_{H_2} \cdot H} =$.

Poznámky k experimentu:

4. Celková účinnost solárně vodíkového procesu výroby a akumulace energie je vyjádřitelná jako součin tří dílčích účinností, a to solárního článku, elektrolyzéry a palivového článku:

$$\vartheta = \vartheta_s \cdot \vartheta_e \cdot \vartheta_p = \quad \cdot \quad \cdot \quad = \quad \cdot$$

5. Řešte následující příklad:

Vyrábíme elektřinu pomocí solárních článků a akumulujeme ji ve vodíku. Jakou plochu by musely mít solární články, aby energie akumulovaná z roční výroby solárních článků byla rovna roční produkci JE Temelín? Temelínská elektrárna má elektrický výkon 2GW a pracuje asi 85% doby v roce. Na 1m² povrchu země v ČR dopadá za rok asi 1000kWh energie slunečního záření.

Náměty, komentáře a nápady

týkající se této úlohy (není součástí pracovního listu, bude sloužit k dalším inovacím úlohy).