

## Metodický návod:

### 1. Spuštění souborem „a.4.7\_Fotoelektrické jevy.exe“.

Zobrazeno je pásové schéma P-N přechodu v rovnovážném stavu s majoritními nositeli náboje (elektrony – červené, díry – modré) a Fermiho energetickou hladinou (čárkovaná čára). Na ovládacím panelu je možné tlačítka přepínat mezi fotovoltaickým a elektroluminiscenčním jevem.

### 2. Přepnutí do režimu: **fotovoltaický jev**.

Pomocí posuvníku lze nastavit různé hodnoty osvětlení.

### 3. Nastavení **osvětlení: 1**.

Na rozhraní P-N dopadají fotony. Při jejich střetu s krystalovou mřížkou dochází k excitaci elektronů z valenčního pásu do pásu vodivostního. Na P-N přechodu vzniká fotovoltaické napětí (polarita znázorněna +, - na okrajích pásového schématu). Po připojení zátěže začne procházet elektrický proud (schéma jednoduchého obvodu vpravo dole). Vzniklé napětí částečně vyrovnává energetické hladiny.

### 4. Nastavení **osvětlení: 2**.

Na rozhraní P-N dopadá více fotonů. Vzniká více nositelů náboje, tím pádem i větší napětí, které ještě více vyrovnává zakřivení energetických hladin.

### 5. Přepnutí do režimu: **elektroluminiscenční jev**.

Pomocí posuvníku lze nastavit různé hodnoty vnějšího napětí.

### 6. Nastavení **napětí: 1 V** (polarita znázorněna +, - na okrajích pásového schématu).

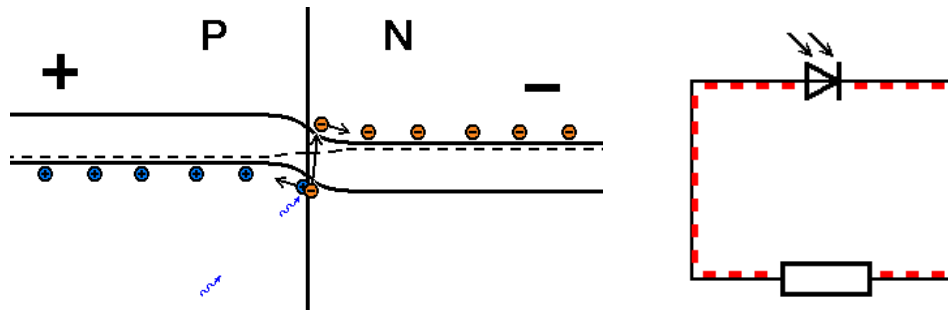
Dojde k vyrovnání energetických hladin, P-N přechodem začne procházet proud. Při rekombinaci elektronů a děr na rozhraní P-N dochází k emisi fotonů.

### 7. Nastavení **napětí: 2 V**.

Energetické hladiny se zakříví ve směru pohybu nositelů náboje. Elektrony a díry se díky většímu napěťovému spádu pohybují rychleji a je emitováno více fotonů.

### Výklad:

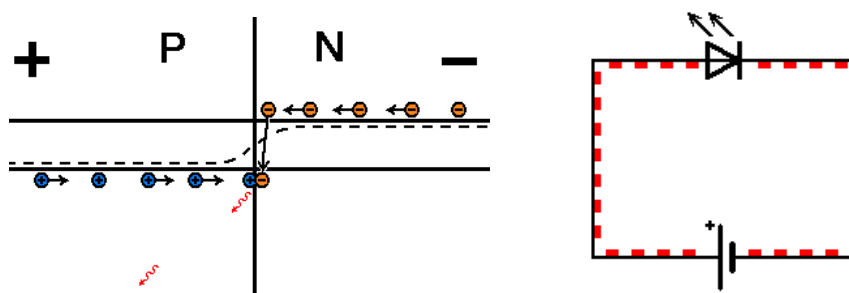
Po spuštění se otevře okno s pásovým znázorněním energetických hladin. Model se nachází v režimu: **fotovoltaický jev**. Na P-N přechod nedopadá světlo (osvětlení: 0), přechod se nachází v rovnovážném stavu s vyrovanými Fermiho hladinami. Pokud na přechod dopadají fotony (**osvětlení: 1**), začnou vznikat páry elektron-díra. Elektrony putují do energeticky výhodnějších pozic v polovodiči N, díry do polovodiče P. Struktura se chová jako zdroj napětí.



Obr. 7.4 Fotovoltaický jev

Po připojení zátěže začne obvodem protékat proud (obr. 7.4). Při zvýšení osvětlení (**osvětlení: 2**) způsobuje větší množství dopadajících fotonů vznik většího množství nositelů náboje. Fotovoltaické napětí vzroste, dojde však k dalšímu vyrovnání energetických hladin, proto je elektromotorické napětí omezeno napětím difúzním. Tohoto jevu je využíváno ve fotodiodách.

Model **elektrolumiscenčního jevu** znázorňuje inverzní situaci. Při **napětí: 0 V**, je P-N přechod v rovnovážném stavu s vyrovanými Fermiho hladinami. Po připojení vnějšího napětí v propustném směru o velikosti difúzního napětí (**napětí: 1,7 V** – pro zelenou LED), jsou vyrovnány energetické hladiny a přechodem začnou procházet nositelé náboje. Při jejich rekombinaci jsou emitovány fotony (obr. 7.5). Při dalším zvýšení napětí jsou energetické hladiny zakřiveny ve směru pohybu nositelů náboje, dochází k jejich rychlejšímu pohybu a k emitování většího množství fotonů. Využití tohoto jevu v LED je znázorněno jednoduchým obvodem.



Obr. 7.5 Elektrolumiscenční jev