

Projekt **ŠABLONY NA GVM**

registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0948

III-2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

**3. Elektromagnetismus**

**3. 2. Elektrická energie, potenciál, napětí**

**Autor:**  Aleš Trojánek

**Jazyk:** čeština

**Datum vyhotovení:** prosinec 2012

**Cílová skupina:**  žáci gymnázia: 3. ročník čtyřletého studia a 7. ročník

 osmiletého studia + maturitní ročník, věk 16-19 let

**Druh učebního materiálu:** podpora a doplnění výuky fyziky, materiál je určen i pro samostatnou práci žáků

**Očekávaný výstup:** žáci si osvojí řešení typických fyzikálních úloh z elektrostatiky

**Anotace:** Učební materiál obsahuje připomenutí poznatků, vzorový příklad a úlohu z části – elektrická energie, potenciál, napětí. Může sloužit při výkladu, procvičování i pro samostatnou práci žáků. Velmi vhodný je pro přípravu k maturitní zkoušce z fyziky.

**3. 2. Elektrická energie, potenciál, napětí**

**Připomenutí poznatků[[1]](#footnote-1):**

**Práce a potenciální energie**

Přemístí-li se v elektrostatickém poli bodový náboj $Q$ z obecného bodu $P\_{1}$ do obecného bodu $P\_{2}$, vykoná síla elektrostatického pole, která na něj působí, práci $W\_{1\rightarrow 2}, $která nezávisí na tvaru trajektorie, nýbrž jen na poloze bodů$ P\_{1}, P\_{2}$. Tato důležitá vlastnost elektrostatického pole vyplývá z Coulombova zákona. Plyne z ní, že bodový náboj $Q$ má v elektrostatickém poli polohovou energii.[[2]](#footnote-2) Nazývá se **elektrická (potenciální) energie náboje** $Q$ **v elektrostatickém poli**. Označíme ji $E\_{p}$. Platí pro ni:

$ E\_{p}(P\_{1}$)$-E\_{p}\left(P\_{2}\right)=W\_{1\rightarrow 2}$,

kde $E\_{p}(P\_{i})$ je elektrická energie náboje $Q$ v bodě $P\_{i}$ a $W\_{1\rightarrow 2}$ je práce elektrostatických sil působících na náboj $Q$ při přemístění z bodu $P\_{1}$do bodu $P\_{2} $po libovolné křivce.

Elektrostatická potenciální energie náboje $Q$ je ve všech místech na povrchu Země stejná. Její hodnota byla zvolena rovna nule. Při této volbě nulové hladiny energie $E\_{p}$ na Zemi je elektrická energie $E\_{p}(P)$ bodového náboje $Q$ v bodě $P$ nad povrchem Země dána vztahem

$ E\_{p}\left(P\right)=W\_{P\rightarrow Země}$,

Kde $W\_{P\rightarrow Země}$ je práce, kterou vykonají síly elektrostatického pole při přemístění bodového náboje $Q$ z bodu $P$ do libovolného bodu na zemském povrchu po libovolné křivce.

Poznámky:

1. Při vyšetřování a popisu elektrostatického pole osamocených vodičů se nulová hladina elektrické potenciální energie volí v nekonečnu. Například osamocená vodivá koule rovnoměrně nabitá nábojem $Q$ budí ve vakuu ve svém okolí stejné pole, jaké by budil v její nepřítomnosti bodový boj$ Q$ umístěný v jejím původním středu. Nulová hladina energie $E\_{p}$ bodového náboje v tomto poli se volí v nekonečnu. Potenciální elektrická energie bodového náboje$ q$ ve vzdálenosti $ r$ od středu koule v jejím vnějšku je při této volbě dána vztahem

$ E\_{p}=\frac{Qq}{4πε\_{0}r}$ .

2. Práce sil jiného elektrického pole než elektrostatického, např. práce sil elektrického pole buzeného pohybujícím se magnetem, závisí i na tvaru trajektorie přemísťovaného náboje.

**Elektrický potenciál** v bodě $P$ je skalární veličina, která se označuje $φ$ a která je definována vztahem

 $φ=\frac{E\_{p}(P)}{q}$, *elektrický potenciál*

kde $E\_{p}(P)$ je elektrická potenciální energie libovolného náboje $Q$ v bodě $P$ elektrostatického pole. Takto definovaná veličina nezávisí na $Q$. Jednotky: volt = V = J· C-1.

Elektrické napětí mezi dvěma body $P\_{1}$,$ P\_{2}$ elektrostatického pole se označuje $U\_{1,2}$ a je definována vztahem

 $U\_{1,2}=φ\left(P\_{1}\right)-φ\left(P\_{2}\right).$ *elektrické napětí*

Jednotkou je volt. Často se udává pouze absolutní hodnota napětí

 $U= \left|U\_{1,2}\right|= \left|φ\left(P\_{1}\right)-φ(P\_{2})\right|$.

Při přesunutí libovolného elektrického bodového náboje $Q$ z bodu$ P\_{1}$ do bodu $P\_{2}$ po libovolné křivce vykonají síly elektrostatického pole práci

 $W= E\_{p}\left(P\_{1}\right)-E\_{p}\left(P\_{2}\right)=Qφ\left(P\_{1}\right)-Qφ\left(P\_{2}\right)=QU\_{1,2}$ .

**Příklad 1**

(Jedná se o PŘÍKLAD 13.5 z [1], s. 135.)

Elektron se pohyboval v elektrostatickém poli elektronky tak, že v určitém bodě$ P\_{1}$, v němž měl elektrický potenciál hodnotu$ φ\_{1}=$ 5,0 V, měla jeho rychlost velikost $v\_{1}=$ 4,0 · 105 m·s-1. V bodě$ P\_{2}$ své dráhy měl elektron rychlost o velikosti$ v\_{2}=$ 9,0·105 m·s-1. Určete: 1. přírůstek kinetické energie elektronu na uvedeném úseku dráhy. 2. práci elektrické síly působící na elektron na uvedeném úseku, 3. elektrické napětí $ U\_{1,2}=φ\_{1}-φ\_{2}$, 4. Elektrický potenciál v bodě $P\_{2}$.

Konstanty: $m\_{e}$= 9,110 ·10-31 kg, $e=$ 1,602·10-19 C.

***Řešení:***

1. Elektron se pohyboval nerelativistickou rychlostí, takže $∆E\_{k}=\frac{1}{2}m\_{e}v\_{2}^{2}-\frac{1}{2}m\_{e}v\_{1}^{2}=…=$

 = 2,96·10-19 J.

2. $ E\_{k2}-E\_{k1}$ = práce všech sil působících na elektron, zde práce síly elektrické.

 Tedy $W\_{el}=$ 2,96·10-19 J.

3. Podle definice elektrického napětí platí$ U\_{1,2}=\frac{W\_{1\rightarrow 2}}{Q}$, kde $W\_{1\rightarrow 2}$ je práce sil elektrostatického pole

 při přechodu bodového náboje$ Q$ z bodu $P\_{1}$ do bodu $P\_{2}$. V našem případě je

 $Q= -e=$ 1,60·10-19 C, takže

 $U\_{1,2}= \frac{2,96·10^{-19}}{-1,60·10^{-19}}$ V = -1,85 V.

4. Potenciál $φ\_{2}$ určíme ze vztahu$ U\_{1,2}=φ\_{1}-φ\_{2}$, takže $φ\_{2}= φ\_{1}-U\_{1,2} $= … = 6,85 V.

**Úloha**

(Úloha vznikla úpravou úlohy 8 C z [2], s. 661.)

Dvě velké vodivé a rovnoběžné desky jsou ve vzdálenosti $d= $12 cm od sebe a nesou na plochách k sobě přivrácených stejně velké elektrické náboje opačných znamének. Na elektron mezi těmito deskami (daleko od jejich okrajů) působí elektrostatická síla o velikosti$ F\_{e}=$ 3,9·10-15 N. Úkoly: 1. Určete intenzitu elektrického pole v místě $P$, kde je elektron. 2. Určete napětí mezi deskami?

 Obr. 1

[Výsledky: 1. $E\left(P\right)=\frac{F\_{e}}{e}=$ 24,4 kV·m-1, $\vec{E}\left(P\right)\downright \uparrow \vec{F\_{e}}, 2. U=Ed= $2928 V.]

Doplňující úkol: Platí vztah $ U=Ed$ obecně, nebo jen pro homogenní elektrostatické pole?

**Literatura:**

[1] Šantavý, I., Trojánek, A.: *Fyzika. Příprava k přijímacím zkouškám na vysoké školy.*

 Prometheus, Praha 2000. ISBN 80-7196-138-8.

[2] Halliday, D., Resnick, J., Walker, J.: *Fyzika*. *(Vysokoškolská učebnice obecné fyziky.)*

 VUT v Brně - nakladatelství VUTIUM a Prometheus, Brno 2001. Dotisk 2003.

 ISBN 80-214-1868-0.

**Zdroje obrázků:**

Obr. 1 kreslil Aleš Trojánek a je určen pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení.

1. Viz např. [1]. [↑](#footnote-ref-1)
2. Podobně má těleso o hmotnosti $m$ ve výšce $h$ nad zemí potenciální energii tíhovou. Taková pole se nazývají konzervativní silová pole. [↑](#footnote-ref-2)