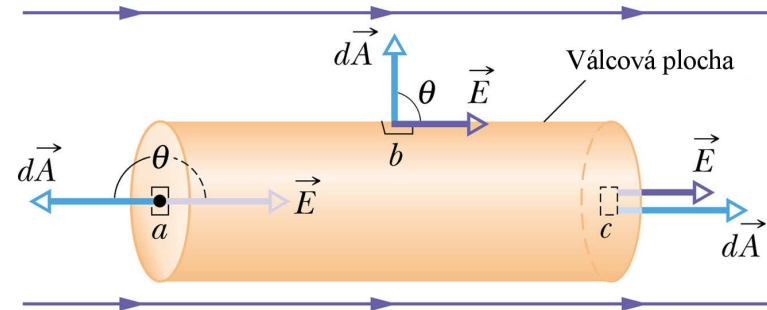


Cvičení_VII

Příklad VII-1.

Válcové těleso poloměru R je vloženo do homogenního elektrického pole intenzity $\vec{E}$, osa válce je rovnoběžná se směrem vektoru elektrické intenzity. Určete tok Φ vektoru intenzity elektrického pole uzavřenou válcovou plochou.



Řešení

Celkový tok bude roven součtu toků oběma podstavami a a c a pláštěm b :

$$\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int_a \vec{E} \cdot d\vec{A} + \int_a \vec{E} \cdot d\vec{A} + \int_c \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

1. Tok podstavou a . $\Phi_a = \int_a \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int_a E \cos(180^\circ) dA = -E \int_a dA = -EA, \quad A = \pi R^2$

2. Tok podstavou c . $\Phi_c = \int_c \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int_c E \cos(0^\circ) dA = EA, \quad A = \pi R^2$

3. Tok pláštěm b . $\Phi_b = \int_b \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int_b E \cos(90^\circ) dA = 0$

Celkový tok uzavřenou válcovou plochou: $\Phi = \Phi_a + \Phi_b + \Phi_c = -EA + 0 + EA = 0$

Příklad VII-2.

Nabitá žena.



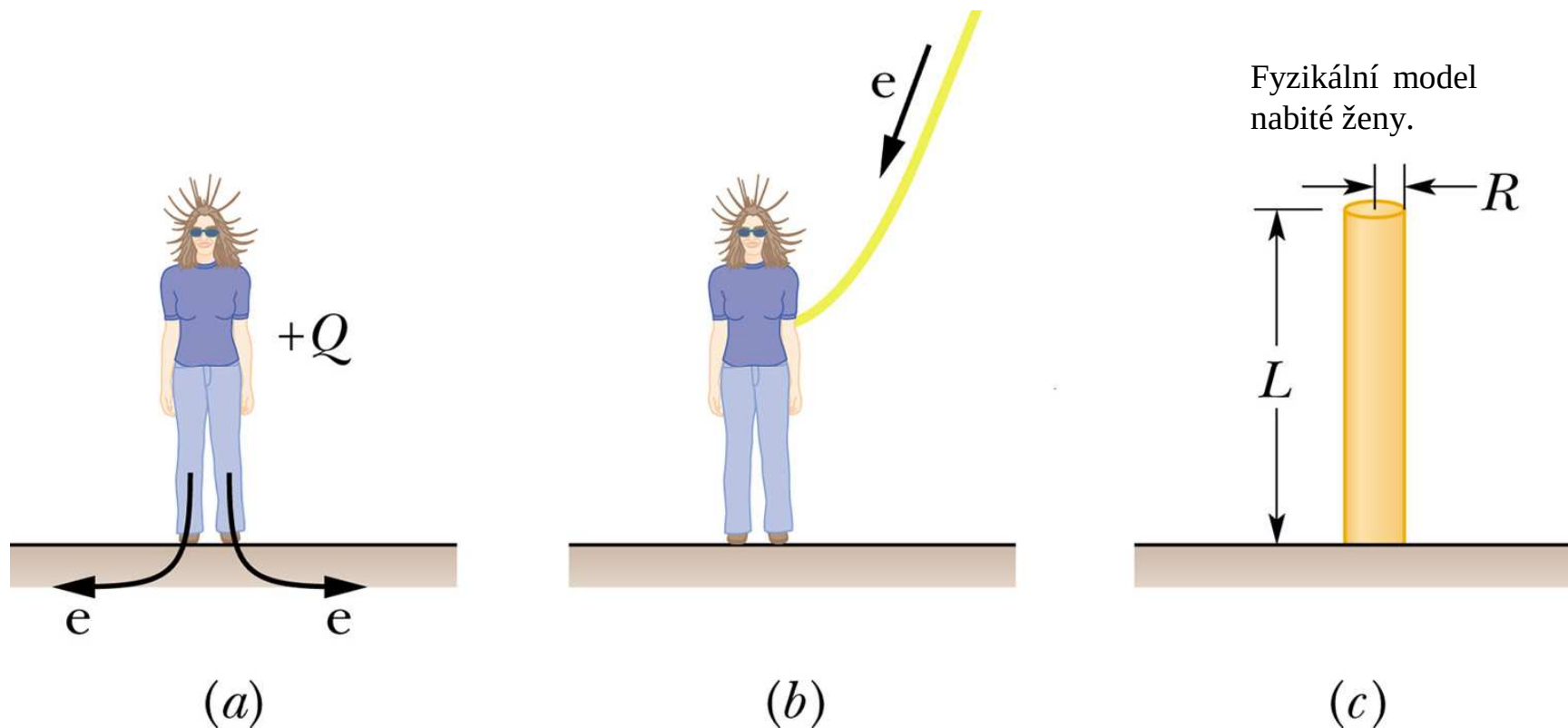
Žena na obrázku se nachází pod záporně nabitým mrakem. V důsledku záporného náboje mraku se žena stala nositelkou kladného náboje. Náboj, kterým je žena nabita je velmi velký, dokázal zvednout její vlasy a vzájemně je oddělit (stejně náboje se odpuzují). Velikost elektrického pole mezi mrakem a ženou je v tomto okamžiku taková, že by mohlo dojít ke vzniku stoupavého ionizačního kanálu (ve směru od (+) k (-)) a následně k výboji.

Jak velký kladný náboj žena nese?

Řešení.

Nahradíme ženu modelem - nabitým válcem jehož výška bude rovna výšce ženy $L = 1.8\text{m}$ a poloměr bude přibližně roven „poloměru“ ženy $R = 0.1\text{m}$. Předpokládejme, že kladný náboj Q je rovnoměrně rozdělen v objemu válce. Mezní kritická hodnota intenzity elektrického pole je $E_C = 2.4 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$.

Protože platí nerovnost $R \ll L$ můžeme brát náboj válce jako lineární. Pak ze vztahu pro intenzitu elektrické pole rovnoměrně nabitého přímého vodiče dostaneme hledaný kritický náboj Q .



$$E_C = \frac{1}{2\pi\epsilon_0 R} \frac{Q}{L} \rightarrow Q = 2\pi\epsilon_0 R L E_C$$

Po dosazení do vztahu pro Q dostaneme:

$$Q = (2 \cdot 3,14) \cdot (8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ M}^{-2}) (0,1 \text{ m}) \cdot (1,8 \text{ m}) (2,4 \cdot 10^6 \text{ NC}^{-1}) \rightarrow$$

$$Q = 2,402 \cdot 10^{-5} \text{ C} \approx 24 \mu\text{C}$$

Příklad VII-3.

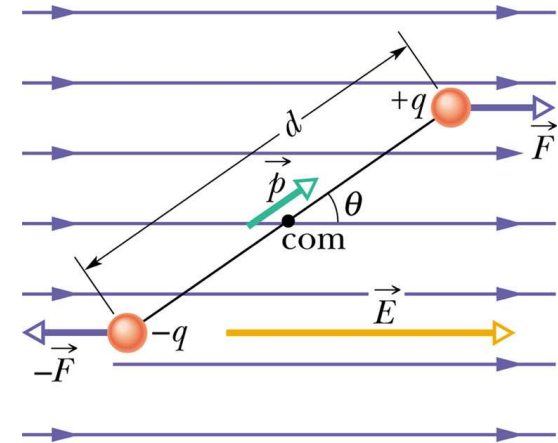
Elektrický dipól v elektrickém poli.

Najděte výraz pro moment síly, který působí na elektrický dipól v elektrickém poli intensity $\vec{E}$.

$$F = qE$$

$$\tau = Fx \sin \theta + F(d - x) \sin \theta = Fd \sin \theta$$

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$



(a)



(b)

Příklad VII-4.

Elektrický dipól v elektrickém poli.

Neutrální molekula vody v plynné fázi má dipólový moment $6,2 \times 10^{-30} \text{ Cm}$.

a) Odhadněte jak daleko jsou vzdáleny středy záporných a kladných nábojů? Srovnejte s velikostí délky vazby O-H.

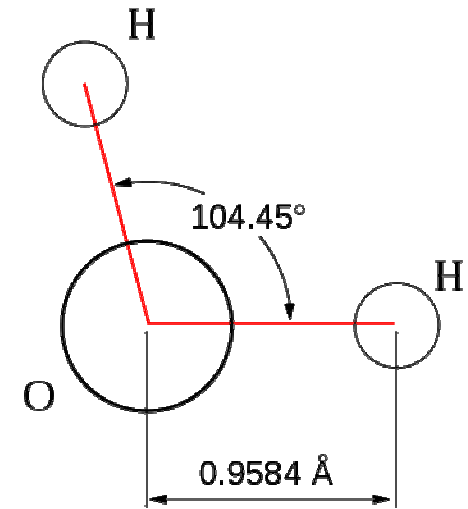
Výsledek: $3,9 \times 10^{-12} \text{ m}$.

b) Určete maximální velikost momentu síly působícího na molekulu vody je-li vložena do elektrického pole intensity $E = 1,5 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$.

Výsledek: $9,3 \times 10^{-26} \text{ Nm}$.

c) Jakou práci musí vnější pole vykonat na otočení molekuly o úhel 180° ? (Tedy z $0^\circ \rightarrow 180^\circ$).

Výsledek: $1,9 \times 10^{-25} \text{ J}$.



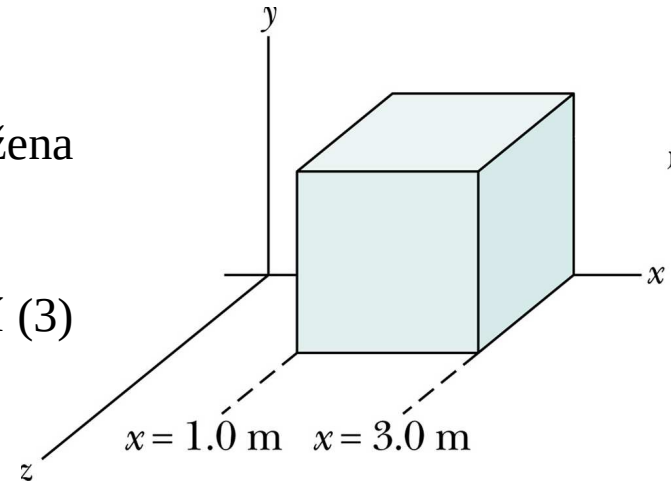
$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

Příklad VII-5.

Do nehomogenního elektrického pole $\mathbf{E} = 3x\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$ je vložena krychle.

Určete tok elektrického pole pravou (1), levou (2) a horní (3) stěnou krychle.

Jaký je celkový náboj uzavřený v krychli?



Řešení: (1) $36 \text{ Nm}^2\text{C}^{-1}$, (2) $-12 \text{ Nm}^2\text{C}^{-1}$, (3) $16 \text{ Nm}^2\text{C}^{-1}$.

$q_{\text{celkový}} = 2,1 \times 10^{-10} \text{ C}$.

Návod: $\Phi = \int_A \vec{E} \cdot d\vec{A}, d\vec{A} = dA\vec{i}$

$$\Phi = \frac{q_{\text{celkový}}}{\epsilon_0}$$

Jednotkové vektory ve směru souřadných os x, y, z jsou $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$.