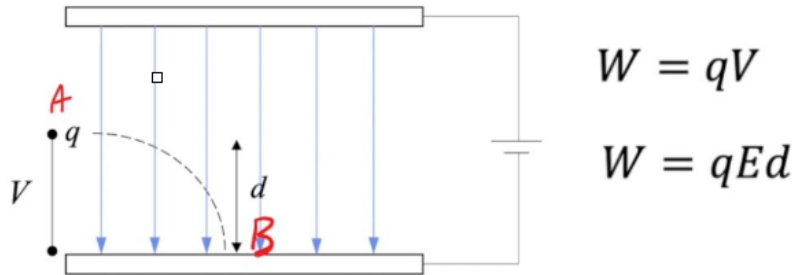
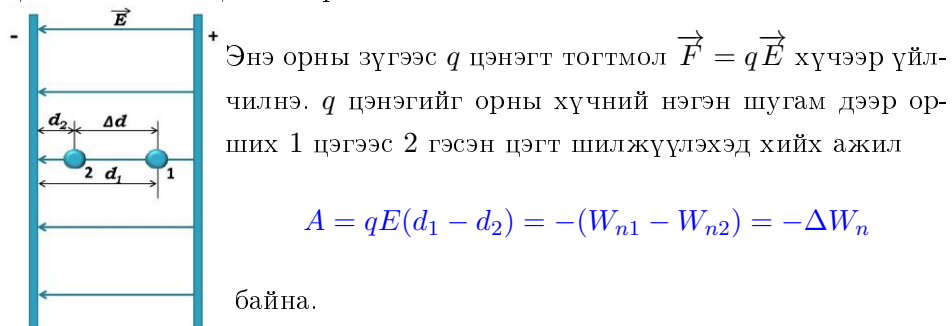


ЦАХИЛГААН ОРОНД ЦЭНЭГ ШИЛЖИХЭД ХИЙГДЭХ АЖИЛ, ПОТЕНЦИАЛ, ПОТЕНЦИАЛЫН ЯЛГАВАР

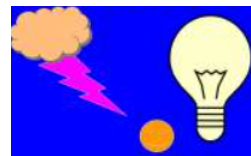
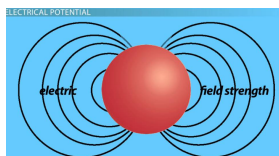
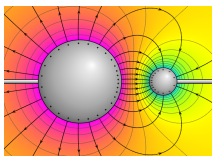
Work Done on Charges in Electric Fields



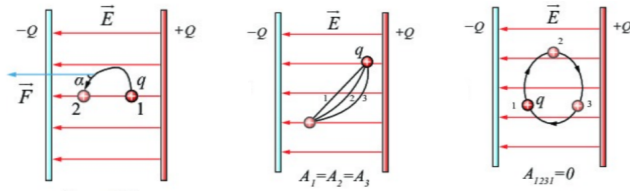
Цахилгаан оронд байгаа цэнэгтэй бие ажил хийх чадвартай байдаг. Иймд цэнэгтэй бие потенциал энергитэй байна. Жигд цахилгаан оронд байгаа цэнэгийн потенциал энергийг олъё.



Үүнд: Жигд цахилгаан орон дотор ялтсаас d зайнд орших q цэнэгийн потенциал энерги, потенциал энергийн өөрчлөлт. Эндээс цахилгаан оронд цэнэг шилжихэд хийх ажил биеийн потенциал энергийн өөрчлөлтийг сөрөг тэмдэгтэйгээр авсантай тэнцүү байдаг нь харагдаж байна.



Цахилгаан статик орны ажлын хэмжээ цэнэгийн явсан замын хэлбэрээс хамаардаггүй зөвхөн түүний эхний ба эцсийн байрлалаар тодорхойлогддог бөгөөд цэнэг битүү траектороор явахад ажил тэгтэй тэнцүү байна. Ийм шинж чанартай орныг потенциал орон гэдэг.



Цэнэгийн потенциал энерги түүний оршин байгаа орноос төдийгүй уул цэнэгийн хэмжээнээс хамаардаг. Харин потенциал энергийг цэнэгт харьцуулсан хэмжигдэхүүн нь цэнэгээс хамаарахгүйгээр оронг тодорхойлдог бөгөөл үүнийг орны потенциал гэнэ.

$$\varphi = \frac{W_n}{q}$$

Потенциал нь цахилгаан орныг энергийн талаас тодорхойлдог хэмжигдэхүүн юм.

Тухайн цэг дэх потенциалын утга потенциалын тооллын эхлэлийг хаана авснаас хамаардаг. Потенциалын тооллын эхлэлийг хаана авснаас хамаардаггүй бөгөөд аливаа цэнэгийг анхны байрлалаас эцсийн байрлалд шилжүүлэхэд орны хийсэн ажлыг энэ цэнэгийн хэмжээнд харьцуулсан хэмжигдэхүүнийг хоёр цэгийн хоорондох потенциалын ялгавар гэдэг.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q}$$

Энд: A , q нь хоёул скаляр хэмжигдэхүүн тул потенциалын ялгавар мөн скаляр хэмжигдэхүүн байна.

Эндээс цахилгаан оронд q цэнэг шилжихэд хийх ажлыг олбол:

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

болно. q цэнэг эерэг байх тохиолдолд их потенциалтай цэгээс бага потенциалтай цэг рүү цэнэг шилжиж байвал ($\varphi_1 > \varphi_2$) хийх ажил эерэг, бага потенциалтай цэгээс их потенциалтай цэг рүү цэнэг шилжвэл ($\varphi_1 < \varphi_2$) хийх ажил нь сөрөг байна. Цахилгаан орны үйлчлэлээр эерэг цэнэг их потенциалтай цэг рүү, сөрөг цэнэг үүний эсрэг хөдөлдөг. Иймд цахилгаан орны хүчлэг E , орны потенциалтай буурах зүг рүү чиглэнэ. q цэгэн цэнэгийн үүсгэх цахилгаан орны потенциалыг энэ цэнэгээс r зайнд то-

дорхойлбол:

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$$

Цэгэн цэнэгийн системийн үүсгэх орны потенциал цэгэн цэнэг тус бүрийн орны $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ потенциалын алгебр нийлбэртэй тэнцүү.

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$$

Энэ бол орны суперпозицын зарчмын мөрдлөгөө юм.

ХҮЧДЭЛ:

Хоёр цэгийн хоорондын потенциалын зөрүүг хүчдэлээр илэрхийлдэг. Цахилгаан хэрэгсэлд өгсөн хүчдэл нь тухайн төхөөрөмжийг контактын үзүүрүүд дээрх потенциалын зөрүү юм. Гэрлийн шилийг 220В-д залгасан бол түүний залгуурын хоёр үзүүрийн хоорондын потенциалын зөрүү нь 220В байна гэсэн үг.

Жишээ: Электрон $120 \frac{\text{В}}{\text{М}}$ хүчлэг бүхий нэгэн төрлийн цахилгаан оронд $1000 \frac{\text{КМ}}{\text{с}}$ хурдтай орны хүчний шугамын дагуу хөдлөж эхлэв. Электрон зогсоглоо ямар зам явсан вэ? Электроны цэнэгийг түүний массад харьцуулсан харьцаа нь $\frac{e}{m} = 1.76 \cdot 10^{11} \frac{\text{КЛ}}{\text{КГ}}$. Электроны явсан замын эхлэл, төгсгөл дэх потенциалын ялгаврыг тодорхойл.

БОДОЛТ: Нэгэн төрлийн цахилгаан орны хүчний шугамын дагуу хөдлөн байгаа электрон дээр $\vec{F} = e \cdot \vec{E}$ тогтмол хүч үйлчилнэ.

Энд: e -электроны цэнэг. Энэ хүч \vec{v}_0 хурдны эсрэг чиглэнэ.

Электрон хурдатгалтай хөдлөх бөгөөд түүнд хурдатгал олгох хүч нь Ньютоны II хууль ёсоор $\vec{F} = m \vec{a}$.

$$eE = ma; \quad \text{Эндээс} \quad a = \frac{eE}{m}.$$

Электрон жигд удаашран хөдлөнө. Электроны хөдөлгөөний тэгшитгэлийг бичвэл:

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2}; \quad v = v_0 - at$$

Электроны хурд нь тэг болоход ($v = 0$) ; $v_0 = at$ Эндээс $t = \frac{v_0}{a}$

Үүнийг замын тэгшитгэлд орлуулбал:

$$S = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2\left(\frac{eE}{m}\right)}$$

Өгөгдлийг орлуулбал: $S = 0.0237\text{м}$ болно. Хүчлэг тогтмол байхад электроны явсан замын эхлэл, төгсгөл дэх потенциалын ялгаврыг доорх томъёогоор олно.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = ES; \quad \varphi_1 - \varphi_2 = 120 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 0.0237\text{м} = 2.84\text{В}$$

Жишээ: $2.5 \cdot 10^{-7}\text{Кл}$ цэнэгийг хязгааргүй холоос цахилгаан орны ямар нэгэн цэгт шилжүүлэхэд $7.5 \cdot 10^{-5}\text{Ж}$ ажил хийгдэв. Орны тухайн цэгийн потенциалыг ол.

БОДОЛТ: Цэнэгийг хязгааргүй холоос цахилгаан орны тухайн цэгт шилжүүлэн ирэхэд хийгдэх ажил, уул цэг дэх цэнэгийн потенциал энергээр (сөрөг тэмдэгтэй) тодорхойлогдоно.

$$\varphi = \frac{W_n}{q}$$

Өгөгдлийг орлуулбал:

$$\varphi = \frac{W_n}{q} = \frac{7.5 \cdot 10^{-5}\text{Ж}}{2.5 \cdot 10^{-7}\text{Кл}} = -300\text{В}$$

Хэрэв цахилгаан орны хүчний эсрэг хийгдэж байгаа ажлын тухай яригдаж байвал потенциал энерги эерэг утгатай.

$$W_n = +7.5 \cdot 10^{-5}\text{Ж}; \quad \varphi = 300\text{В} \quad \text{болно.}$$

Жишээ: Хэрэв цахилгаан орон дотор электроны хурд $2 \cdot 10^6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ -ээс $3 \cdot 10^6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ болж нэмэгдсэн бол түүний явсан замын эхлэл, төгсгөл хоёр цэгийн хоорондох потенциалын ялгаврыг ол. Электроны масс $9.1 \cdot 10^{-31} \text{кг}$ гэж үз.

БОДОЛТ: Электроны хөдөлгөөнийг хурдасгахад цахилгаан орны гүйцэтгэх ажил

$$A = qE(d_1 - d_2) = -(W_{n1} - W_{n2}).$$

Энерги хадгалагдах хууль ёсоор электроныг хурдасгахад цахилгаан орны гүйцэтгэх ажил нь түүний кинетик энергийн өөрчлөлттэй тэнцүү.

$$\Delta W_k = \frac{m_e}{2}(v_2^2 - v_1^2) = A \quad \text{эсвэл}$$

$$e(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{m_e}{2}(v_2^2 - v_1^2)$$

;

$$\text{Эндээс } \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{m_e}{2e}(v_2^2 - v_1^2)$$

Өгөгдлийг орлуулбал: $\varphi_1 - \varphi_2 = 14.2 \text{В}$ болно.

ДАСГАЛ БОДЛОГО

1. 400В потенциалын ялгавартай цэгүүдийн хооронд 0.5Кл хэмжээтэй цэнэгийг шилжүүлэхэд ямар ажил хийх хэрэгтэй вэ?
2. $4 \cdot 10^{-2} \text{Кл}$ цэнэг $8 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ хүчлэг бүхий нэгэн төрлийн цахилгаан орон дотор хүчний шугамын дагуу хөдөлнө. Хэрэв цэнэг шилжүүлэхэд 1кЖ ажил хийгдсэн бол түүнийг ямар зайд шилжүүлсэн бэ?
3. Өндөр хүчдлийн шугам тасарсан үед ойролцоо байсан хүн маш жижиг алхаагаар юм уу эсвэл мөлхөж өндөр хүчдэлд ниргэгдсэн газраас холддогийн шалтгааныг тайлбарла.



4. Цахилгаан оронд хөдөлж байгаа электрон хурдаа $5 \cdot 10^6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ -ээс $7 \cdot 10^6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ хүртэл нэмэгдүүлэв. Электроны замын эхний болон эцсийн цэгүүдийн хоорондох потенциалын ялгавар ямар байх вэ?
5. Хооронд 4 см зайтай цэнэглэгдсэн хос хавтгай хооронд $1.5 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ хүчлэг бүхий нэгэн төрлийн цахилгаан орон үүсэв. Хос хавтгайн хооронд өгсөн хүчдэлийг олж тэдгээрийн хооронд оруулсан 8нКл цэнэгт орны зүгээс үйлчлэх хүчийг ол.
6. $8.65 \cdot 10^3 \text{В}$ хүчдэлтэй цахилгаан оронд 4нКл цэнэгийг шилжүүлэхэд гүйцэтгэх ажлыг ол.
7. 37.5В потенциалтай цахилгаан оронд ямар хэмжээний цэнэг шилжүүлэхэд $2 \cdot 10^{-5} \text{Ж}$ ажил хийх вэ?
8. Хэвтээ чигт байрлуулсан эерэг, сөргөөр цэнэглэгдсэн параллель хос хавтгайн хооронд $3 \cdot 10^{-11} \text{кг}$ масстай үл хөдлөх тоосонцор оршино. Хавтгайн хоорондох потенциалын ялгавар 600В , зай нь 0.2м бол тоосонцорын цэнэгийг тодорхойл.
9. Электрон цахилгаан орноор хурдсан $4 \cdot 10^{-2} \text{м}$ зам яваад, $2.4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ хурдтай болсон бол цахилгаан орны хүчлэгийг ол.
10. $8 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ хүчлэгтэй нэгэн төрлийн цахилгаан орон дотор $6 \cdot 10^{-9} \text{Кл}$ цэнэгийг шилжүүлэхэд цэнэгийг 3 см зам туулсан бол гүйцэтгэх ажлын хэмжээг тодорхойл. Цахилгаан орны чиглэл нь цэнэгийн шилжилтийн чиглэлд 60° өнцөг үүсгэнэ.
11. $5 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ хүчлэг бүхий нэгэн төрлийн цахилгаан оронд буй электрон ямар хурдатгалтай болох вэ?
12. Агаарт орших тусгаарлагдсан хоёр дамжуулагчийн потенциал $+120\text{В}$, -120В . $4 \cdot 10^{-4} \text{Кл}$ цэнэгийг нэг дамжуулагчаас нөгөөд шилжүүлэхэд ямар ажил гүйцэтгэх вэ?
13. Агаарт орших $6 \cdot 10^{-8} \text{Кл}$ цэгэн цэнэгээс тус тус 2м, 5м зайд орших хоорондох потенциалын ялгаврыг тодорхойл.
14. 15см радиустай металл бөмбөрцөгт $2 \cdot 10^{-7} \text{Кл}$ цэнэг олгов. Бөмбөрцгийн гадарга дээрх цахилгаан потенциалыг тодорхойл.