ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ

(ਬਾਰ੍ਹਵੀਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਲਈ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ)

ਭਾਗ-I

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ

ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ

' ਪੰਜਾਬ ਸਰਕਾਰ

ਪਹਿਲਾ ਐਡੀਸ਼ਨ 2017............. 5,000 ਕਾਪੀਆਂ

ਸੰਯੋਜਕ : ਉਪਨੀਤ ਕੌਰ ਗਰੇਵਾਲ, (ਵਿਸ਼ਾ ਮਾਹਿਰ)
ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ

ਅਨੁਵਾਦਕ :

ਚਿੱਤਰਕਾਰ : ਮਨਜੀਤ ਸਿੰਘ ਢਿੱਲੋਂ, ਪ.ਸ.ਸ.ਬ

ਚੇਤਾਵਨੀ

1. ਕੋਈ ਵੀ ਏਜੰਸੀ-ਹੋਲਡਰ ਵਾਧੂ ਪੈਸੇ ਵਸੂਲਣ ਦੇ ਮੰਤਵ ਨਾਲ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਤੇ ਜਿਲਦ-ਸਾਜ਼ੀ ਨਹੀਂ ਕਰ ਸਕਦਾ। (ਏਜੰਸੀ-ਹੋਲਡਰਾਂ ਨਾਲ ਹੋਏ ਸਮਝੌਤੇ ਦੀ ਧਾਰਾ ਨੰ. 7 ਅਨੁਸਾਰ)
2. ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੁਆਰਾ ਛਪਵਾਈਆਂ ਅਤੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਦੇ ਜਾਅਲੀ ਨਕਲੀ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨਾਂ (ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ) ਦੀ ਛਪਾਈ, ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਨ, ਸਟਾਕ ਕਰਨਾ, ਜਮ੍ਹਾਂ-ਖੋਰੀ ਜਾਂ ਵਿਕਰੀ ਆਦਿ ਕਰਨਾ ਭਾਰਤੀ ਦੰਡ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਫ਼ੌਜਦਾਰੀ ਜੁਰਮ ਹੈ।

(ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੀਆਂ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਬੋਰਡ ਦੇ 'ਵਾਟਰ ਮਾਰਕ' ਵਾਲੇ ਕਾਗਜ਼ ਉੱਪਰ ਹੀ ਛਪਵਾਈਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ।)

ਮੁੱਲ : 187/- ਰੁਪਏ

ਸਕੱਤਰ, ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ, ਵਿੱਦਿਆ ਭਵਨ, ਫੇਜ਼-8 ਸਾਹਿਬਜ਼ਾਦਾ ਅਜੀਤ ਸਿੰਘ ਨਗਰ-160062 ਰਾਹੀਂ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ਾਲ ਕੁਆਲਟੀ ਪ੍ਰਿੰਟਰ, ਮਿਲਾਪ ਭਵਨ, ਜਲੰਧਰ-144008 ਰਾਹੀਂ ਛਾਪੀ ਗਈ।

ਦੋ ਸ਼ਬਦ

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮ ਨੂੰ ਸੋਧਣ ਅਤੇ ਤਿਆਰ ਕਰਨ ਦੇ ਕੰਮ ਵਿੱਚ ਜੁੱਟਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਅੱਜ ਜਿਸ ਦੌਰ ਵਿੱਚੋਂ ਅਸੀਂ ਲੰਘ ਰਹੇ ਹਾਂ, ਉਸ ਵਿੱਚ ਬੱਚਿਆਂ ਨੂੰ ਸਹੀ ਵਿੱਦਿਆ ਦੇਣਾ ਮਾਪਿਆਂ ਅਤੇ ਅਧਿਆਪਕਾਂ ਦੀ ਸਾਂਝੀ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰੀ ਬਣਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰੀ ਅਤੇ ਵਿੱਦਿਅਕ ਜ਼ਰੂਰਤਾਂ ਨੂੰ ਸਮਝਦਿਆਂ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀਆਂ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ ਅਤੇ ਪਾਠ-ਕ੍ਰਮ ਵਿੱਚ ਨੈਸ਼ਨਲ ਕਰੀਕੁਲਮ ਫਰੇਮਵਾਰਕ 2005 ਅਨੁਸਾਰ ਕੁਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ।

ਸਕੂਲ ਕਰੀਕੁਲਮ ਵਿੱਚ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਲੋੜੀਂਦੇ ਨਤੀਜੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਚੰਗੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦਾ ਹੋਣਾ ਪਹਿਲੀ ਜ਼ਰੂਰਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਵਿੱਚ ਵਿਸ਼ਾ ਸਮੱਗਰੀ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਦੀ ਤਰਕ ਸ਼ਕਤੀ ਤਾਂ ਪ੍ਰਫੁਲਿਤ ਹੋਵੇਗੀ ਹੀ ਸਗੋਂ ਵਿਸ਼ੇ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਦੀ ਯੋਗਤਾ ਵਿੱਚ ਵੀ ਵਾਧਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਭਿਆਸ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਦੇ ਮਾਨਸਿਕ ਪੱਧਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਤਿਆਰ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ। ਇਹ ਪੁਸਤਕ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਵਿੱਦਿਆ ਖੋਜ ਅਤੇ ਸਿਖਲਾਈ ਸੰਸਥਾ (ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ.) ਵੱਲੋਂ ਬਾਰ੍ਹਵੀਂ ਸ਼੍ਰੇਣੀ ਲਈ ਤਿਆਰ ਕੀਤੀ ਗਈ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀ ਪੁਸਤਕ ਦੀ ਅਨੁਸਾਰਤਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਕਦਮ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਇਕਸਾਰਤਾ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਚੁੱਕਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਨੂੰ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਪੱਧਰ ਦੇ ਇਮਤਿਹਾਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਔਕੜ ਨਾ ਆਵੇ।

ਇਸ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਵਿਦਿਆਰਥੀਆਂ ਅਤੇ ਅਧਿਆਪਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਧ ਤੋਂ ਵੱਧ ਉਪਯੋਗੀ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਭਰਪੂਰ ਯਤਨ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਪੁਸਤਕ ਨੂੰ ਹੋਰ ਚੰਗੇਰਾ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚੋਂ ਆਏ ਸੁਝਾਵਾਂ ਦਾ ਸਤਿਕਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

ਚੇਅਰਮੈਨ

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ

ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਵਿਕਾਸ ਸੰਮਤੀ/ਕਮੇਟੀ

ਪ੍ਰਧਾਨ, ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਗਣਿਤ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕਾਂ ਦੀ ਸਲਾਹਕਾਰ ਕਮੇਟੀ।

- ਜੇ.ਵੀ. ਕਾਰਲੀਕਰ, ਇਮੈਰਿਟਅਸ *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਅੰਤਰ-ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਕੇਂਦਰ : ਖ਼ਗੋਲ-ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਖ਼ਗੋਲ ਭੌਤਕੀ (ਆਈ.ਯੂ.ਸੀ.ਏ. ਏ), ਗਣੇਸ਼ ਖਿੰਡ, ਪੂਨੇ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਕੈਂਪਸ, ਪੂਨੇ।

ਮੁੱਖ ਸਲਾਹਾਕਾਰ

- ਏ.ਡਬਲਿਊ. ਜੋਸ਼ੀ, ਔਨਰੇਰੀ ਵਿਜ਼ਿਟਿਗ ਸਾਇੰਟਿਸਟ, ਐਨ.ਸੀ.ਆਰ.ਏ., ਪੂਨੇ ਵਿਸ਼ਵਵਿਦਿਆਲਿਆ ਕੈਂਪਸ, ਪੂਨੇ।

ਮੈਂਬਰ/ਸਦੱਸ

- ਏ.ਕੇ.ਘਟਕ, *ਇਮੈਰਿਟਅਸ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਭੌਤਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਭਾਰਤੀ ਪ੍ਰਦਯੋਗਕੀ ਸੰਸਥਾਨ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਅਲਕਾ ਖਰੇ, *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਭੌਤਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਭਾਰਤੀ ਪ੍ਰਦਯੋਗੀ ਸੰਸਥਾਨ, ਗੁਵਾਹਾਟੀ।
- ਅੰਜਲੀ ਕਸ਼ੀਰ ਸਾਗਰ, *ਰੀਡਰ*, ਭੌਤਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਪੂਨੇ ਵਿਸ਼ਵ ਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਪੂਨੇ।
- ਅਨੁਰਾਧਾ ਮਾਥੁਰ, *ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ.*, ਮਾਡਰਨ ਸਕੂਲ, ਬਸੰਤ ਵਿਹਾਰ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਅਤੁਲ ਮੋਦੀ, *ਲੈਕਚਰਾਰ* (ਐਸ.ਜੀ.) ਵੀ.ਈ.ਐਸ. ਕਲਾ, ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਕਾਮਰਸ ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਮੁੰਬਈ।
- ਬੀ.ਕੇ.ਸ਼ਰਮਾ, *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਚਿੱਤਰਾ ਗੋਇਲ, *ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ.*, ਰਾਜਕੀ ਪ੍ਰਤਿਭਾ ਵਿਕਾਸ ਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਤਿਆਗਰਾਜ ਨਗਰ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਚ.ਸੀ. ਪ੍ਰਧਾਨ, *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਹੋਮੀ ਭਾਵਾ ਵਿਗਿਆਨ ਸਿਖਿਆ ਕੇਂਦਰ (ਟੀ.ਆਈ.ਐਫ.ਆਰ.), ਮੁੰਬਈ।
- ਐਨ ਪੰਚਾਪਕੇਸ਼ਨ *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ* (*ਸੇਵਾ ਮੁਕਤ*), ਭੌਤਕੀ ਅਤੇ ਖਗੋਲ-ਭੌਤਕੀ ਵਿਭਾਗ, ਦਿੱਲੀ ਵਿਸ਼ਵ-ਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਦਿੱਲੀ।
- ਆਰ.ਜੋਸ਼ੀ, *ਲੈਕਚਰਾਰ* (ਐਸ.ਜੀ.) ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਐਸ.ਕੇ.ਦਾਸ਼. *ਰੀਡਰ*, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

- ਐਸ.ਰਾਇ ਚੌਧਰੀ, *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਭੌਤਕੀ ਅਤੇ ਖਗੋਲ ਭੌਤਕੀ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿਭਾਗ., ਦਿੱਲੀ ਵਿਸ਼ਵ-ਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਦਿੱਲੀ।
- ਐਸ.ਕੇ.ਉਪਾਧਿਆਇ, *ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ.*, ਜਵਾਹਰ ਨਵੋਦਿਆ ਵਿੱਦਿਆਲਿਆ, ਮੁਜ਼ਫਰਨਗਰ।
- ਐਸ.ਐਨ. ਪ੍ਰਭਾਕਰ, *ਪੀ.ਜੀ.ਟੀ.*, ਡੀ.ਐਮ. ਸਕੂਲ, ਖੇਤਰੀ ਸਿੱਖਿਆ ਸੰਸਥਾਨ, ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਮੈਸੂਰ।
- ਵੀ.ਐਚ. ਰਾਇਬਾਗਕਰ, *ਰੀਡਰ*, ਨੌਵਰੋਸਜੀ ਵਾਡੀਆ ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਪੂਨੇ।
- ਵਿਸ਼ਵਜੀਤ ਕੁਲਕਰਨੀ, *ਟੀਚਰ* (*ਗ੍ਰੇਡ-1*), ਹਾਇਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਵਿਭਾਗ, ਸ੍ਰੀਮਤੀ ਪਾਰਵਤੀ ਬਾਈ ਚੌਗੁਲੇ ਮਹਾਂਵਿਦਿਆਲਿਆ, ਮੜਗਾਓ, ਗੋਆ।

ਮੈਂਬਰ ਸੰਯੋਜਕ (ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ੀ ਸੰਸਕਰਣ)

- ਵੀ.ਪੀ. ਸ੍ਰੀਵਾਸਤਵ, *ਰੀਡਰ*, ਡੀ.ਈ. ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਹਿੰਦੀ ਅਨੁਵਾਦ

- ਆਰ.ਐਸ.ਦਾਸ (*ਰਿਟਾਇਰਡ*) *ਉੱਪ ਪ੍ਰਧਾਨਾਚਾਰਿਯ*, ਬਲਵੰਤ ਰਾਇ ਮਹਿਤਾ ਵਿਦਿਆ ਭਵਨ ਸੀਨੀਅਰ ਸੈਕੰਡਰੀ ਸਕੂਲ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਕਨਹੀਆ ਲਾਲ (*ਰਿਟਾਇਰਡ*) *ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਸਿੱਖਿਆ, ਨਿਰਦੇਸ਼ਆਲਿਆ ਰਾਜਧਾਨੀ ਖੇਤਰ, ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ਜੇ.ਪੀ.ਅਗਰਵਾਲ *ਰਿਟਾਇਰਡ ਪ੍ਰੋਫੈਸਰ*, ਸਿੱਖਿਆ-ਨਿਰਦੇਸ਼ਆਲਿਆ ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਰਾਜਧਾਨੀ ਖੇਤਰ, ਦਿੱਲੀ।
- ...ੀ ਪ੍ਰਭਾ, *ਲੈਕਚਰਾਰ*, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ. ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

...ਯੋਜਕ

- ...ਗਨ ਗੁਪਤਾ, *ਰੀਡਰ*, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।
- ...ੀ.ਪੀ. ਸ੍ਰੀ ਵਾਸਤਵ, *ਰੀਡਰ*, ਡੀ.ਈ.ਐਸ.ਐਮ., ਐਨ.ਸੀ.ਈ.ਆਰ.ਟੀ., ਨਵੀਂ ਦਿੱਲੀ।

ਪੰਜਾਬ ਸਕੂਲ ਸਿੱਖਿਆ ਬੋਰਡ ਦੀ 10+2 ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਦੀ ਅਨੁਵਾਦਕ ਅਤੇ ਸੋਧਕ ਕਮੇਟੀ।

1. ਸ਼੍ਰੀ ਯੋਗੇਸ਼ ਕੁਮਾਰ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ.ਕੰ.ਸੀ.ਸੈ.ਸ. ਅਲਾਵਲਪੁਰ (ਜਲੰਧਰ)
2. ਸ਼੍ਰੀ ਪਰਮਜੀਤ ਸਿੰਘ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ ਸ.ਕੰ.ਸੀ.ਸੈ.ਸ., ਫਿਲੌਰ (ਜਲੰਧਰ)
3. ਸ਼੍ਰੀ ਮਨਦੀਪ ਸਿੰਘ ਕਾਹਲੋਂ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ ਸ.ਕੰ.ਸ.ਸੈ.ਸ., ਨਕੋਦਰ (ਜਲੰਧਰ)
4. ਸ਼੍ਰੀ ਸੰਦੀਪ ਸਾਗਰ (ਲੈਕਚਰਾਰ ਫਿਜਿਕਸ) ਸ.ਸ.ਸ.ਸ., ਆਦਮਪੁਰ (ਜਲੰਧਰ)
5. ਸ਼੍ਰੀ ਉਦਯ ਠਾਕੁਰ 509, ਗਲੀ ਨੰ. 07, ਤਾਰਾ ਸਿੰਘ ਐਵੇਨਿਊ, ਬਸਤੀ ਬਾਵਾਂ ਖੇਲ, (ਜਲੰਧਰ)

ਵਿਸ਼ਾ ਸੂਚੀ

ਅਧਿਆਇ-1

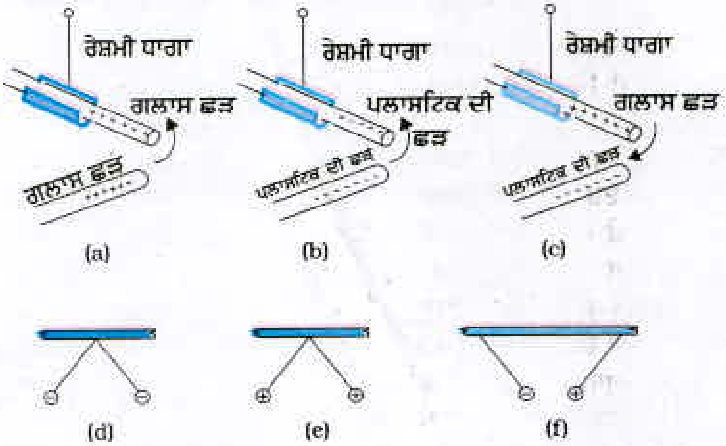
ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਖੇਤਰ (ELECTRIC CHARGES AND FIELDS)

1.1. ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਸਾਨੂੰ ਸਭ ਨੂੰ, ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਕਰ ਖੁਸ਼ਕ ਮੌਸਮ ਵਿਚ, ਸਵੈਟਰ ਅਤੇ ਸਿੰਨਥੈਟਿਕ ਕੱਪੜਿਆਂ ਨੂੰ ਸ਼ਰੀਰ ਤੋਂ ਉਤਾਰਦੇ ਸਮੇਂ ਚੱੜ-ਚੱੜ ਦੀ ਧੁਨੀ ਸੁਣਨ ਅਤੇ ਚਿੰਗਾਰੀਆਂ ਵੇਖਣ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਹੋਵੇਗਾ। ਔਰਤਾਂ ਦੇ ਕੱਪੜੀਆਂ ਜਿਵੇਂ ਪੋਲੀਸਟਰ ਸਾੜੀ ਦੇ ਨਾਲ ਤਾਂ ਇਹ ਘਟਨਾ ਹੋਣਾ ਲਾਜ਼ਮੀ ਹੈ। ਕੀ ਤੁਸੀਂ ਕਦੇ ਇਸ ਪਰਿਘਟਨਾ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਖੋਜਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕੀਤਾ ਹੈ? ਬਿਜਲਈ ਡਿਸਚਾਰਜ ਦਾ ਇੱਕ ਆਮ ਹੋਰ ਉਦਾਹਰਣ ਆਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਤੂਫਾਨ ਸਮੇਂ ਬਿਜਲੀ ਚਮਕਦੀ ਵਿਖਾਈ ਦੇਣਾ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਝੱਟਕੇ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਸਾਨੂੰ ਉਸ ਸਮੇਂ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦ ਅਸੀਂ ਕਾਰ ਦਾ ਦਰਵਾਜ਼ਾ ਖੋਲਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਜਦ ਅਸੀਂ ਆਪਣੀ ਬਸ ਦੀ ਸੀਟ ਤੋਂ ਖਿਸਕਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਉਸ ਵਿੱਚ ਲੱਗੀ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਫੜਦੇ ਹਾਂ। ਇਹਨਾਂ ਅਨੁਭਵਾਂ ਦੇ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਣ ਸਾਡੇ ਸਰੀਰ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਹੋਕੇ ਉਹਨਾਂ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਡਿਸਚਾਰਜ ਹੋਣਾ ਹੈ ਜੋ ਬਿਜਲ-ਰੋਧੀ ਛੜ ਤੇ ਰਗੜ ਕਾਰਣ ਇਕੱਠੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਵੀ ਸੁਣਿਆ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿ ਇਹ ਸਥਿਰ-ਬਿਜਲੀ (static electricity) ਦੇ ਉਤਪੰਨ ਹੋਣ ਕਾਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪਾਠ ਅਤੇ ਅਗਲੇ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਵੀ ਅਸੀਂ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ। ਸਥਿਰ ਤੋਂ ਮਤਲਬ ਹੈ ਉਹ ਸਬ ਕੁਝ ਜੋ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਅਤੇ ਗਤੀਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ (static electricity) ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਅਸੀਂ ਸਥਿਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਬਲਾਂ, ਖੇਤਰਾਂ ਅਤੇ ਪੁਟੈਂਸ਼ਲ (potential) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

1.2. ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ (ELECTRIC CHARGE)

ਇਤਿਹਾਸ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਲਗਭਗ 600 ਈ. ਪੂਰਵ ਇਸ ਤੱਥ ਦੀ ਖੋਜ ਦਾ ਸਿਹਰਾ, ਕਿ ਉੱਨੀ ਅਤੇ



ਚਿੱਤਰ 1.1 - ਛੜਾਂ ਅਤੇ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ: ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਰੇਸ਼ਮੀ ਕੱਪੜੀਆਂ ਨਾਲ ਰਗੜਿਆ ਗਿਆ ਐਂਬਰ (amber) ਹਲਕੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਗ੍ਰੀਸ ਦੇਸ਼ ਦੇ ਮਿਲੇਟਸ ਦੇ ਨਿਵਾਸੀ ਥੇਲੱਸ (Thales) ਨੂੰ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। 'Electricity' ਸ਼ਬਦ ਵੀ ਗ੍ਰੀਸ ਦੀ ਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਸ਼ਬਦ 'electron' ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ ਹੋਇਆ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਅਰਥ *'amber'* ਹੈ। ਉਸ ਸਮੇਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਜੋੜੇ ਗਿਆਤ ਸੀ ਜੋ ਪਰਸਪਰ ਰਗੜੇ ਜਾਣ ਤੇ ਘਾਹ ਦੇ ਤਿਣਕੇ, ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ (pith balls) ਅਤੇ ਕਾਗਜ ਦੇ ਟੁਕੜਿਆਂ ਵਰਗੀਆਂ ਹਲਕੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਸਨ। ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਆਪਣੇ ਘਰ ਵਿੱਚ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੀ ਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਕਰ ਕੇ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਸਫੇਦ ਕਾਗਜ ਦੀਆਂ ਲੰਬੀਆਂ ਪਤਲੀਆਂ ਪੱਟੀਆਂ ਕੱਟ ਕੇ ਉਹਨਾਂ ਤੇ ਹੋਲੀ ਹੋਲੀ ਇਸਤਰੀ ਕਰੋ। ਇਹਨਾਂ ਪੱਟੀਆਂ ਨੂੰ ਟੀ.ਵੀ. ਦੇ ਪਰਦੇ ਜਾਂ ਕੰਪਿਊਟਰ ਦੇ ਮਾਨੀਟਰ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਓ। ਤੁਸੀਂ ਵੇਖੋਂਗੇ ਕਿ ਪੱਟੀਆਂ ਪਰਦੇ ਵੱਲ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕੁਝ ਸਮੇਂ ਲਈ ਪਰਦੇ ਤੇ ਚਿਪਕੀਆਂ ਰਹਿੰਦੀਆਂ ਹਨ।

ਇਹ ਵੀ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਉੱਨ ਅਤੇ ਰੇਸ਼ਮੀ ਕੱਪੜੇ ਨਾਲ ਰਗੜੀਆਂ ਗਈਆਂ ਦੋ ਕੱਚ ਦੀਆਂ ਛੱੜਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਉਣ ਤੇ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ (repel) ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। [ਚਿੱਤਰ 1.1(a)] ਉੱਨ ਦੀਆਂ ਉਹ ਲੜੀਆਂ ਅਤੇ ਰੇਸ਼ਮ ਦੇ ਕੱਪੜੇ ਦੇ ਉਹ ਟੁਕੜੇ ਜਿਹਨਾਂ ਨਾਲ ਇਹਨਾਂ ਛੜਾ ਨੂੰ ਰਗੜਿਆ ਗਿਆ ਸੀ, ਉਹ ਵੀ ਪਰਸਪਰ ਇਕ-ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪਰੰਤੂ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਅਤੇ ਉੱਨ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿੱਲੀ ਦੀ ਖੱਲ ਨਾਲ ਰਗੜੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਦੋ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀਆਂ ਛੜਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ 1.1(b)] ਪਰ ਖੱਲ ਨੂੰ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਤੋਂ ਉਲਟ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀ ਛੜ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 1.1(c)] ਅਤੇ ਸਿੱਲਕ ਜਾਂ ਉੱਨ ਜਿਹਨਾਂ ਨਾਲ ਕੱਚ ਦੀਆਂ ਛੜਾਂ ਨੂੰ ਰਗੜਿਆ ਗਿਆ ਸੀ, ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਫਰ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਜੇ ਫਰ ਨਾਲ ਰਗੜੀ ਹੋਈ ਕਿਸੇ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਰੇਸ਼ਮ ਜਾਂ ਨਾਈਲਾਨ ਦੇ ਧਾਗਿਆ ਤੋਂ ਲਟਕੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਦੋ ਛੋਟੀਆਂ ਸਰਕੰਡਿਆਂ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ (ਅੱਜਕੱਲ ਅਸੀਂ ਪੱਾਲੀਐਸਟਰੀਨ ਦੀਆਂ ਗੋਲਿਆਂ ਵੀ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ) ਤੇ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਾ ਦੇਈਏ, ਤਾਂ ਇਹ ਗੋਲੀਆਂ ਇਕ-ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਰਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 1.1(d)] ਅਤੇ ਆਪ ਛੜ ਤੋਂ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਉਸ ਵੇਲੇ ਵੀ ਦਿਸਦਾ ਹੈ ਜਦ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਨੂੰ ਰੇਸ਼ਮ ਨਾਲ ਰਗੜੀ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਤੋਂ ਸੱਪਰਸ਼ ਕਰਾਉਂਦੇ ਹਾਂ [ਚਿੱਤਰ 1.1(e)]। ਇਹ ਇੱਕ ਨਾਟਕੀ ਵਰਤਾਰਾ ਹੈ ਕਿ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨਾਲ ਸਪਰਸ਼ ਹੋਈਆਂ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਦੂਸਰੀ ਪਲਾਸਟਿਕ ਛੜ੍ਹ ਨਾਲ ਸਪਰਸ਼ ਕੀਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। [ਚਿੱਤਰ 1.1(f)]।

ਸਾਲਾਂ ਦੇ ਯਤਨਾਂ ਅਤੇ ਸਾਵਧਾਨੀ ਨਾਲ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣਾਂ ਦੁਆਰਾ ਸੌਖੇ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਇਹ ਤੱਥ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਸਕੇ ਹਨ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਵਿਗਿਆਨਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਸਾਵਧਾਨੀਪੂਰਨ ਅਧਿਅਨਾਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਇਹ ਸਿੱਟਾ ਨਿਕਲਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਰਾਸ਼ੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਨੂੰ *'ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ'* ਆਖਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਰਾਸ਼ੀ ਦੇ ਕੇਵਲ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪਲਾਸਟਿਕ ਅਤੇ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ, ਰੇਸ਼ਮ, ਫਰ, ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਆਦਿ ਪਿੰਡ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਗਏ ਹਨ। ਰਗੜਣ ਤੇ ਇਹ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਹਾਸਲ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਤੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕੀ ਚਾਰਜ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ (i) *ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ* ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ (repel) ਅਤੇ (ii) *ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ* ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਇਹ ਵੀ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ

Interactive animation on simple electrostatic experiments:
http://ephysics.physics.ucla.edu/travoltage/HTML/staticElectricity.htm

PHYSICS

ਕਿ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਨ ਤੇ, ਚਾਰਜ ਛੱੜ ਤੋਂ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਵਿਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀਆਂ ਗੋਲੀਆਂ ਸਪਰਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ (electrified) ਜਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰੀਫਾਈਡ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਉਹ ਗੁਣ ਜੋ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਭੇਦ ਕਰਦਾ ਹੈ, *ਚਾਰਜ ਦੀ ਧਰੁਵਤਾ* (polarity) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਜੱਦ ਕੱਚ ਦੀ ਛੱੜ ਨੂੰ ਰੇਸ਼ਮ ਨਾਲ ਰਗੜਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਛੱੜ ਇੱਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਰੇਸ਼ਮ ਦੂਸਰੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਉਹਨਾਂ ਸਾਰੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਜੋੜੀਆਂ ਲਈ ਸਹੀ ਹੈ ਜੋ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣ ਲਈ ਆਪਸ ਵਿੱਚ ਰਗੜੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਜੇ ਚਾਰਜਿਤ ਕੱਚ ਦੀ ਛੱੜ ਨੂੰ ਉਸੇ ਰੇਸ਼ਮ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਨਾਲ ਉਸਨੂੰ ਰਗੜਿਆ ਗਿਆ ਸੀ, ਤਾਂ ਉਹ ਇੱਕ-ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਇਹ ਹੁਣ ਹੋਰ ਹਲਕੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਵੀ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਜਾਂ ਅੱਪ-ਕਰਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਹ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣ ਤੇ ਕਰ ਰਹੇ ਸੀ।

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ, ਰਗੜਨ ਦੇ ਬਾਅਦ ਵਸਤੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਚਾਰਜ, ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਲਿਆਉਣ ਤੇ ਲੁੱਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਪ੍ਰੇਖਣਾ ਤੋਂ ਤੁਸੀਂ ਕੀ ਸਿੱਟਾ ਕੱਢਦੇ ਹੋ? ਇਹ ਤਾਂ ਸਿਰਫ ਇਹ ਦਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਸਮਾਪਤ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਅਮਰੀਕੀ ਵਿਗਿਆਨੀ ਬੈਂਜਾਮਿਨ ਫਰੈਂਕਲੀਨ (Benjamin Franklin) ਨੇ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ *ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ* ਕਿਹਾ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਧਨਾਤਮਕ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਉਸੀ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਸੰਖਿਆਂ ਨਾਲ ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਯੋਗਫਲ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਧਨਾਤਮਕ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਾਮ ਦੇਣ ਦੇ ਪਿੱਛੇ ਵੀ ਇਹੀ ਤਰਕ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇਗਾ। ਦਸਤੂਰ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਅਤੇ ਬਿੱਲੀ ਦੇ ਫਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਧਨਾਤਮਕ ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਲਾਸਟਿਕ-ਛੱੜ ਜਾਂ ਰੇਸ਼ਮ ਤੇ ਚਾਰਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਤੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਵਸਤੂ ਚਾਰਜਿਤ ਜਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰੀਫਾਈਡ ਕਹੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਉਸ ਤੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਤਦ ਉਸਨੂੰ ਅਣ-ਚਾਰਜਿਤ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ।

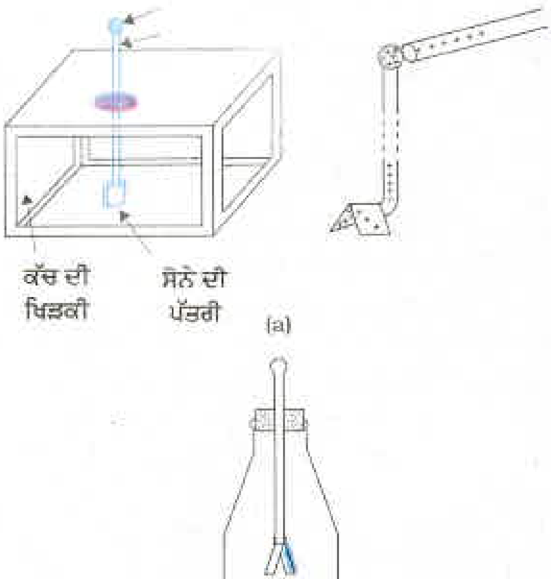
ਬਿਜਲਈ ਕਰਨ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦਾ ਏਕੀਕਰਨ UNIFICATION OF ELECTRICITY AND MAGNETISM

ਪ੍ਰਾਚੀਨ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ (electricity) ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ (magnetism) ਵੱਖ ਵਿਸ਼ੇ ਸਮਝੇ ਜਾਂਦੇ ਸੀ। ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਕਚ ਦੀਆਂ ਛੜਾਂ, ਬਿੱਲੀ ਦੀ ਫਰ, ਬੈਟਰੀ, ਬਿਜਲੀ ਚਮਕਣ ਆਦੀ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਤੇ ਚਰਚਾ ਹੁੰਦੀ ਸੀ ਜਦਕਿ ਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਚੁੰਬਕਾਂ, ਲੋਹ-ਛੀਲਣਾਂ (iron fillings), ਚੁੰਬਕੀ ਕੰਪਾਸ ਆਦਿ ਵਿੱਚ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਸੀ। ਸੰਨ 1920 ਈ. ਵਿਚ ਡੈਨਮਾਰਕ ਦੇ ਵਿਗਿਆਨੀ ਔਸਟੇਡ (Oersted) ਨੇ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰੱਖੇ ਤਾਰ ਤੋਂ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਸੂਈ ਵਿਖੇਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਐਮਪੀਅਰ (Ampere) ਅਤੇ ਫੈਰਾਡੇ (Faraday) ਨੇ ਇਸ ਪ੍ਰੇਖਣ ਦਾ ਇਹ ਕਹਿੰਦੇ ਪੋਸ਼ਣ ਕੀਤਾ ਕਿ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚੁੰਬਕ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿੱਚ ਏਕੀਕਰਨ ਤਦ ਸਥਾਪਿਤ ਹੋਇਆ ਜਦ ਸਕਾਟਲੈਂਡ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਮੈਕਸਵੈਲ (Maxwell) ਅਤੇ ਹਾਲੈਂਡ ਦੇ ਭੌਤਿਕ ਸ਼ਾਸਤਰੀ ਲੋਰੇਂਜ (Lorentz) ਨੇ ਇੱਕ ਸਿਧਾਂਤ ਦਿੱਤਾ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਦਰਸਾਇਆ ਕਿ ਇਹ ਦੋਨੋ ਵਿਸ਼ੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹਨ। ਇੱਸ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕਤਾ (electromagnetism) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਸਾਡੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕਤਾ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਉਹ ਸਾਰੇ ਬਲ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਜਿਵੇਂ ਰਗੜ, ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲ ਜੋ ਮਾਦੇ ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਿਤ ਰੱਖਣ ਲਈ ਮਾਦੇ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਵਿਚਕਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਥੋਂ ਤਕ ਕਿ ਸਜੀਵਾਂ ਦੀਆਂ ਕੋਸ਼ਿਕਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਬਲਾਂ ਦੀ ਉੱਤਪਤੀ ਵੀ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਬਲਾਂ ਨਾਲ ਹੀ ਹੋਈ ਹੈ। ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਕੁਦਰਤ ਦੇ ਮੂਲ ਬਲਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਹੈ।

ਮੈਕਸਵੈਲ ਨੇ ਚਾਰ ਸਮੀਕਰਣ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੇ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਕਲਾਸਕਲ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿੱਚ ਉਹੀ ਭੂਮਿਕਾ ਹੈ ਜੋ ਯੰਤਰਿਕੀ (Mechanics) ਵਿੱਚ ਨਿਊਟਨ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀਆਂ ਸਮੀਕਰਨਾਂ ਅਤੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਨਿਯਮ ਦੀ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਵੀ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਚਾਲ ਕੇਵਲ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮਾਪਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਇਹ ਵੀ ਦਾਅਵਾ ਕੀਤਾ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਕੀ ਦੇ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀਕਰਣ ਅਤੇ

ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿੱਚ ਗਹਿਰਾ ਸੰਬੰਧ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ-ਕਰਨ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਣ ਦਾ ਵਿਗਿਆਨ ਆਧੁਨਿਕ ਟੈਕਨਾਲੋਜੀਕਲ ਸੱਭਿਅਤਾ ਦੀ ਨੀਂਵ ਹੈ। ਬਿਜਲਸ਼ਕਤੀ, ਦੂਰ-ਸੰਚਾਰ, ਰੇਡੀਓ ਅਤੇ ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਅਤੇ ਰੋਜ਼ ਦੇ ਜੀਵਨ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਹੋਣ ਵਾਲੀਆਂ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰਾਂ ਦੀਆਂ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਯੁਕਤੀਆਂ ਇਸੇ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਸਿੱਧਾਂਤਾ ਤੇ ਆਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਭਾਵੇਂ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਦੋਂਵੇ ਬਲ ਆਰੋਪਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਐਪਰ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਫਰੇਮ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜ ਵਿਰਾਮ ਵਿੱਚ ਹੋਣ, ਆਰੋਪਿਤ ਬਲ ਕੇਵਲ ਬਿਜਲਸਈ ਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਕਿ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਲੰਬੀ-ਰੇਂਜ (long range) ਦੇ ਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਉੱਥੇ ਵੀ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਥੇ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਣਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਬਲ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਪਿੰਡਾ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਿੱਖਾਂਗੇ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਵੀ ਬਰਾਬਰ ਹੀ ਵਿਆਪਕ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇਸਦੇ ਪਰਿਮਾਣ (magnitude) ਦੀ ਕੋਟੀ (order) ਕਈ ਹੁਣਾ ਵੱਧ ਹੈ। [ਭੌਤਿਕੀ ਪਾਠਪੁਸਤਕ ਜਮਾਤ-11 ਦਾ ਅਧਿਆਇ-1 ਵੇਖੋ]

ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਪਰਖਣ ਲਈ ਇਕ ਸਰਲ ਉਪਕਰਨ ਸਵਰਣ ਪੱਤਰ *ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ* (*gold leaf electroscope*) ਹੈ [ਚਿੱਤਰ (1.2)]। ਇੱਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਾਕਸ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੀ ਇਕ ਖੜਵੀ ਛੱੜ ਲੱਗੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਨਿਚਲੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਸੋਨੇ ਦੇ ਵਰਕ ਦੀ ਦੋ ਪੱਤੀਆਂ ਬਣੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦ ਕੋਈ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂ ਛੜ ਦੇ ਉਪਰੀ ਸਿਰੇ ਨਾਲ ਛੋਹ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਛੜ ਤੋਂ ਹੁੰਦਾ ਹੋਇਆ ਚਾਰਜ ਸੋਨੇ ਦੇ ਵਰਕ ਤੇ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਇੱਕ-ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਦੂਰ ਹਟ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਚਾਰਜ ਜਿਨਾਂ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਵਰਕਾਂ ਦੇ ਨਿਚਲੇ ਸਿਰਿਆਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਉਂਨੀ ਹੀ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ।

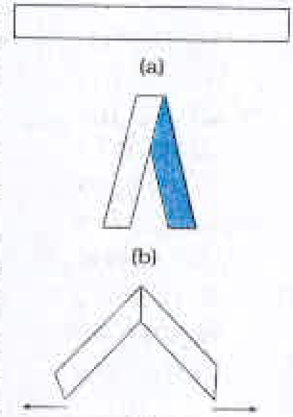


ਚਿੱਤਰ 1.2 (a) ਸੋਨੇ ਦੀ ਪੱਤਰੀ ਵਾਲਾ ਬਿਜਲੀਦਰਸ਼ੀ
(b) ਸਰਲ ਬਿਜਲੀਦਰਸ਼ੀ ਦੀ ਰੂਪਰੇਖਾ

ਵਿਦਿਆਰਥੀ ਹੇਠਾਂ ਦੱਸੇ ਅਨੁਸਾਰ ਸਰਲ ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ [1.2(b)]। ਪਰਦੇ ਲਟਕਾਉਣ ਵਾਲੀ ਐਲੂਮੀਨਿਅਮ ਦੀ ਬਰੀਕ ਛੜ ਲਓ ਜਿਸਦੇ ਦੋਂਵੇਂ ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ ਗੋਲੇ ਜੁੜੇ ਹੋਣ। ਇਸਦਾ ਲਗਭਗ 20cm ਲੰਬਾ ਇਕ ਟੁਕੜਾ ਇੱਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੱਟੋ ਜਿਸ ਨਾਲ ਛੜ ਦਾ ਇੱਕ ਸਿਰਾ ਚਪਟਾ ਅਤੇ ਦੂਜਾ ਸਿਰਾ ਗੋਲੇ ਵਾਲਾ ਬਣ ਜਾਵੇ। ਇੱਕ ਲੰਬੀ ਬੋਤਲ ਲਓ ਜਿਸਦੇ ਮੂੰਹ ਤੇ ਕਾਰਕ ਲਗਾਕੇ ਉਸ ਕਾਰਕ ਵਿੱਚ ਛੇਕ ਕਰਕੇ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਛੜ ਨੂੰ ਫਿੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕੇ। ਛੜ ਦਾ ਗੋਲੇ ਵਾਲਾ ਸਿਰਾ ਬੋਤਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਅਤੇ ਕਟਿਆ ਸਿਰਾ ਬੋਤਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਲੰਬੀ ਪਤਲੀ ਅਲੂਮੀਨਿਅਮ ਪੱਤੀ (ਲਗਭਗ 6cm) ਲੈਕੇ ਇਸਨੂੰ ਵਿਚਕਾਰ ਤੋਂ ਮੋੜੋ ਅਤੇ ਇਸੇ ਛੜ ਦੇ ਚਪਟੇ ਸਿਰੇ ਸੈਲੂਲਾਸ ਟੇਪ ਦੇ ਨਾਲ ਜੋੜੋ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਆਪਦੇ ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ ਦੇ ਪੱਤੇ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਕਾਰਕ (cork) ਨੂੰ ਬੋਤਲ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਫਿਟ ਕਰੋ ਕਿ ਛੜ ਦਾ ਗੋਲੇ ਵਾਲਾ ਸਿਰਾ ਕਾਰਕ ਤੋਂ ਲਗਭਗ 5cm ਬਾਹਰ ਨੂੰ ਨਿਕਲਿਆ ਰਹੇ। ਬੋਤਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇੱਕ ਕਾਗਜ ਦਾ ਸਕੇਲ ਪੱਤੀਆਂ ਦੇ ਵਖਰੇਵੇਂ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਲਈ ਲਗਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪੱਤੀਆਂ ਦੇ ਵਖਰੇਵੇਂ ਤੋਂ ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ ਤੇ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਦਾ ਇੱਕ ਮਾਪ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ।

ਇਹ ਸਮਝਣ ਲਈ ਕਿ ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ ਕਿਵੇਂ ਕੰਮ ਕਰਦਾ ਹੈ ਸਫੇਦ ਕਾਗਜ ਦੀਆਂ ਉਹ ਪੱਟੀਆਂ ਲਓ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਅਕਰਸ਼ਣ ਵੇਖਣ ਲਈ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਅੱਧਾ ਮੋੜੋ ਤਾਂ ਜੋ ਪੱਟੀ ਤੇ ਮੋੜ ਦਾ ਨਿਸ਼ਾਨ ਬਣ ਜਾਂਦੇ। ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਖੋਲੋ ਅਤੇ ਚਿੱਤਰ 1.3 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਪਹਾੜੀ ਮੋੜ ਬਣਾਕੇ ਹਲਕੀ ਪ੍ਰੈਸ ਕਰੋ। ਇਸਨੂੰ ਮੋੜ ਤੋਂ ਚੁਟਕੀ ਭਰਕੇ (pinching) ਫੜੋ। ਤੁਸੀਂ ਵੇਖੋਂਗੇ ਕਿ ਦੋਵੇਂ ਅੱਧੇ ਹਿੱਸੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਦਰਸਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰੈਸ ਕਰਨ ਤੇ ਪੱਟੀ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਪੱਟੀ ਨੂੰ ਅੱਧਾ ਮੋੜਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਦੋਵੇ ਅੱਧੇ ਭਾਗਾਂ ਤੇ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਕਾਰਣ ਉਹ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਸੋਨ ਪਤਰੀ ਬਿਜਲਦਰਸ਼ੀ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਦੇ ਦੀ ਛੜ ਦੇ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਾਉਣ ਤੇ ਪਰਦੇ ਦੀ ਛੜ ਤੇ ਚਾਰਜ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋਕੇ ਉਸਦੇ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੇ

ਜੁੜੇ ਅਲੂਮੀਨੀਅਮ ਦੀ ਪੱਤੀਆਂ ਤਕ ਪੁੱਜ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪੱਤੀ ਦੇ ਅੱਧੇ ਹਿਸੇ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਪੱਤੀਆਂ ਦੀ ਅਪਸਾਰਿਤਾ (divergence) ਦੁਆਰਾ ਉਹਨਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਸੁਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਓ ਹੁਣ ਪਹਿਲਾਂ ਇਹ ਸਮਝਿਏ ਕੀ ਪਦਾਰਥਕ ਵਸਤੂਆਂ ਚਾਰਜਿਤ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 1.3 ਕਾਗਜ਼ ਪੱਟੀ ਪ੍ਰਯੋਗ

ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਅਤੇ/ਜਾਂ ਅਣੂਆ ਤੋਂ ਬਣੇ ਹਨ। ਭਾਵੇਂ ਵਸਤੂਆਂ ਸਾਧਾਰਨ ਤੌਰ ਤੇ ਉਦਾਸੀਨ (electrically neutral) ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ, ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਤਾਂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਪਰ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਇਹ ਚਾਰਜ ਠੀਕ-ਠੀਕ ਸੰਤੁਲਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਸੰਭਾਲਣ ਵਾਲਾ ਰਸਾਇਣਿਕ ਬਲ, ਠੋਸਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਇਕੱਠੇ ਰਖਣ ਵਾਲੇ ਬਲ, ਗੂੰਦ ਦਾ ਆਸੰਜਕ (adhesive) ਬਲ, ਸਤਹਿ ਤਣਾਵ (surface tension) ਤੋਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਬਲ-ਇਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਬਲਾਂ ਦੀ ਮੂਲ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਬਿਜਲਈ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲਗਣ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਬਲਾਂ ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਸਰਵਵਿਆਪੀ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਸਾਡੇ ਜੀਵਨ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹਰੇਕ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਬਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਹੋਰ ਜਾਣਕਾਰੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੀਏ। ਕਿਸੇ ਉਦਾਸੀਨ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਉਸਤੋਂ ਇਕ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਜੋੜਨ ਜਾਂ ਹਟਾਉਣ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾ ਕਿ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਚਾਰਜਿਤ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਹੀ ਇਸ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਜਾਂ ਘਾਟ ਦਾ ਉਲੇਖ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਠੋਸਾਂ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪਰਮਾਣੂ ਨਾਲ ਘੱਟ ਕੱਸਕੇ ਬੰਨ੍ਹੇ ਹੋਣ ਕਾਰਣ, ਉਹ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਇੱਕ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੀ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਆਪਣੇ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਖੋ ਕੇ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਕੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਵੀ ਬਣਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਰੇਸ਼ਮ ਨਾਲ ਰਗੜਦੇ ਹਾਂ ਛੜ ਦੇ ਕੁਝ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਰੇਸ਼ਮ ਦੇ ਕੱਪੜੇ ਤੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਛੜ ਧਨ-ਚਾਰਜਿਤ ਅਤੇ ਰੇਸ਼ਮ ਰਿਣ-ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਰਗੜਨ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਨਵਾਂ ਚਾਰਜ ਉਤਪੰਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਨਾਲ ਹੀ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਮੋਜੂਦ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਅੰਸ਼ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਤੇ ਸਿਰਫ ਵਸਤੂ ਦੇ ਘੱਟ ਕਸਕੇ ਬੰਧਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੀ ਰਗੜ ਨਾਲ ਇਕ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਜਦੋਂ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਵਸਤੂ ਨਾਲ ਰਗੜਿਆਂ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਵਸਤੂਆਂ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹੀ ਕਾਰਣ ਹੈ ਕਿ ਰਗੜ ਦੁਆਰਾ ਵਸਤੂਆਂ ਤੇ ਆਏ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਕੁਝ ਖਾਸ ਜੋੜਿਆਂ ਤੱਕ ਹੀ ਅਟਕੇ ਰਹਿਣਾ ਪੈਂਦਾ ਹੈ।

1.3. ਚਾਲਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲ-ਰੋਧੀ

(Conductors And Insulators)

ਹੱਥ ਵਿੱਚ ਫੜੀ ਧਾਤ ਦੀ ਛੜ ਉੱਨ ਨਾਲ ਰਗੜੇ ਜਾਣ ਤੇ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣ ਦਾ ਕੋਈ ਸੰਕੇਤ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਪਰ ਜੇ ਧਾਤ ਦੀ ਛੜ ਤੇ ਲਕੜੀ ਜਾਂ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦਾ ਹੈਂਡਲ ਲੱਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸਦੇ ਧਾਤ ਦੇ ਭਾਗ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਗਿ ਆ ਤਾਂ ਉਹ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਦੇ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਤਾਰ ਦੇ ਇਕ ਸਿਰੇ ਨੂੰ ਉਦਾਸੀਨ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ (pithball) ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਸਿਰੇ ਨੂੰ ਰਿਣ-ਚਾਰਜਿਤ ਪਲਾਸਟਿਕ ਛੜ ਨਾਲ ਜੋੜ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਰਿਣਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਸੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਨਾਈਲਾਨ (nylon) ਦੇ ਧਾਗੇ ਜਾਂ ਰੱਬੜ ਦੇ ਛੱਲੇ ਦੇ ਨਾਲ ਦੁਹਰਾਈਏ ਤਾਂ ਪਲਾਸਟਿਕ-ਛੜ ਤੋਂ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਤੇ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਛੜ ਤੋਂ ਗੋਲੀ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਨਾ ਹੋਣ ਦੇ ਕੀ ਕਾਰਨ ਹਨ?

ਕੁੱਝ ਪਦਾਰਥ ਤੁਰੰਤ ਹੀ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਬਿਜਲੀਧਾਰਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਜਦਕੀ ਕੁਝ ਇੰਝ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਜੋ ਪਦਾਰਥ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਬਿਜਲੀ-ਧਾਰਾ ਨੂੰ ਵਹਿਣ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਚਾਲਕ (conductors) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ (ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰ ਗਤੀ ਦੇ ਲਈ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸੁਤੰਤਰ ਹੁੰਦੇ

ਹਨ। ਧਾਤਾਂ, ਮਾਨਵ ਅਤੇ ਜੰਤੂ ਸ਼ਰੀਰ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਚਾਲਕ ਹਨ। ਕੱਚ, ਪੋਰਸੀਲੇਨ, ਪਲਾਸਟਿਕ, ਨਾਈਲਾਨ ਅਤੇ ਲਕੜੀ ਵਰਗੀਆਂ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਅਧਾਤਾਂ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਵਹਿਣ ਵਾਲੀ ਬਿਦਲੀ-ਧਾਰਾ ਤੇ ਉੱਚ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧ ਲਗਾਉਂਦੀਆਂ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ *ਬਿਜਲਰੋਧੀ* (insulators) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਵਧੇਰੇ ਕਰਕੇ ਪਦਾਰਥ ਉਪਰ ਵਰਣਿਤ ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਵਰਗਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦੇ ਹਨ।*

ਜਦ ਕੁੱਝ ਚਾਰਜ ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਤੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਛੇਤੀਂ ਹੀ ਉਸ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਾਰੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਫੈਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਜੇ ਕੁਝ ਚਾਰਜ ਕਿਸੇ ਬਿਲਜਰੋਧੀ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਉਹ ਉੱਥੇ ਹੀ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਹ ਅਸੀਂ ਅਗਲੇ ਪਾਠ ਵਿੱਚ ਸਿੱਖਾਂਗੇ।

ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਇਹ ਗੁਣ ਸਾਨੂੰ ਦਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਸੁੱਕੇ ਵਾਲਾਂ ਵਿੱਚ ਕੰਘੀ ਕਰਨ ਜਾਂ ਰਗੜਨ ਤੇ ਨਾਈਲਾਨ ਜਾਂ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀ ਕੰਘੀ ਕਿਉਂ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਪਰ ਧਾਤ ਦੀਆਂ ਵਸਤਾਂ ਜਿਵੇਂ ਚੱਮਚ ਚਾਰਜਿਤ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ? ਧਾਤਾਂ ਵਿਚੋਂ ਚਾਰਜ ਦਾ ਖੈ ਸਾਡੇ ਸ਼ਰੀਰ ਵਿਚੋਂ ਹੋ ਕੇ ਧਰਤੀ ਵਿਚ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਅਜਿਹਾ ਹੋਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸਾਡਾ ਸ਼ਰੀਰ ਅਤੇ ਧਾਤ ਦੋਵੇਂ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਵਧੀਆ ਚਾਲਕ ਹਨ।

ਜਦ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਧਰਤੀ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਲਿਆਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉਸਦਾ ਵਾਧੂ ਚਾਰਜ ਜੋੜਨ ਵਾਲੇ ਚਾਲਕ (ਜਿਵੇਂ ਸਾਡਾ ਸਰੀਰ) ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਛਿਣ ਸਥਾਈ ਬਿਜਲ ਧਾਰਾ ਉਤਪੰਨ ਕਰਕੇ ਧਰਤੀ ਵਿੱਚ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਧਰਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਵੰਡ ਦੀ ਇੱਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ *ਭੂ-ਸੰਪਰਕਣ* (*grounding or earthing*) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਭੂ-ਸੰਪਰਕਣ ਬਿਜਲੀ ਸਰਕਟਾਂ ਅਤੇ ਉਪਕਰਨਾਂ ਦੀ ਸੁਰੱਖਿਆ ਦੇ ਲਈ ਕਿਤੀ ਗਈ ਵਿਵਸਥਾ ਹੈ। ਧਾਤ ਦੀ ਇੱਕ ਮੋਟੀ ਪਲੇਟ ਧਰਤੀ ਵਿੱਚ ਗਹਿਰਾਈ ਤਕ ਗੱਡੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਪਲੇਟ ਵਿਚੋਂ ਮੋਟੀਆਂ ਤਾਰਾਂ ਨੂੰ ਕੱਡਕੇ ਇਮਾਰਤਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਤਾਰਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਮੇਨ-ਸਪਲਾਈ ਦੇ ਨਿਕਟ ਭੂ-ਸੰਪਰਕਣ ਦੇ ਲਈ ਕਿਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਾਡੇ ਘਰਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਦੀ ਆਪੂਰਤੀ ਲਈ ਤਿੰਨ ਤਾਰਾਂ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀ ਹਨ।

ਬਿਜਲਈ ਤਾਰ (live wire), **ਉਦਾਸੀਨ** ਤਾਰ (neutral wire) ਅਤੇ ਭੂਸੰਪਰਕ ਤਾਰ (earth wire)। ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਪਹਿਲੇ ਦੋ ਤਾਰ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾਂ ਨੂੰ ਸ਼ਕਤੀ ਸਟੇਸ਼ਨ ਨਾਲ ਅਤੇ ਤੀਸਰੀ ਤਾਰ ਭੂਮੀ ਵਿੱਚ ਗੱਡੀ ਧਾਤ ਦੀ ਪਲੇਟ ਨਾਲ ਜੁੜੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਉਪਕਰਨਾਂ ਜਿਵੇਂ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਪ੍ਰੈਸ, ਰੈਫ੍ਰੀਜਿਰੇਟਰ, ਟੈਲੀਵਿਜ਼ਨ ਦੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਆਵਰਣ ਭੂਸੰਪਰਕ ਤਾਰ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਰਕਟ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਦੋਸ਼ ਹੋਣ ਤੇ ਜਾਂ ਬਿਜਲਈ ਤਾਰ ਦੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਆਵਰਨ ਨਾਲ ਸੰਪਰਕ ਹੋਣ ਤੇ ਸਾਰਾ ਚਾਰਜ ਧਰਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਉਪਕਰਨਾਂ ਨੂੰ ਕੋਈ ਨੁਕਸਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਮਨੁੱਖਾਂ ਨੂੰ ਵੀ ਕੋਈ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ, ਜੇ ਭੂ-ਸੰਪਰਕ ਤਾਰ ਨਾ ਹੋਵੇ ਤਾ ਨੁਕਸਾਨ ਹੋਣਾ, ਦੁਰਘਟਨਾ ਹੋਣਾ ਲਾਜ਼ਮੀ ਹੋ ਜਾਵੇਗਾ ਕਿਉਂਕਿ ਮਨੁੱਖੀ ਸਰੀਰ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਚੰਗਾ ਚਾਲਕ ਹੈ।

1.4 ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣਾ

(CHARGING BY INDUCTION)

ਜਦ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਿਤ ਪਲਾਸਟਿਕ-ਛੜ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਾਉਂਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਛੜ ਦਾ ਕੁਝ ਚਾਰਜ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਵਿੱਚ ਚਲਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਸੰਪਰਕ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਤਦ ਇਹ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀ ਛੜ ਤੋਂ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੱਚ ਦੀ ਛੱੜ ਜੋ ਉਲਟ-ਚਾਰਜਿਤ ਹੈ, ਦੇ ਵੱਲ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਕੋਈ ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਹਲਕੀ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਕਿਉਂ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਅਜੇ ਇਸ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦਾ ਉੱਤਰ ਨਹੀਂ ਮਿਲਿਆ ਹੈ। ਆਓ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰੀਏ ਕਿ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਕਰਨ ਤੇ ਕੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(i) ਬਿਜਲਰੋਧੀ ਸਟੈਂਡ ਤੇ ਰੱਖੇ ਧਾਤੂ ਦੇ ਦੋ ਗੋਲੇ A ਅਤੇ B ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 1.4(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਲਿਆਓ।

---

* ਇਕ ਤੀਸਰੀ ਕਿਸਮ ਜਿਸਨੂੰ ਅਰਧ ਚਾਲਕ (semiconductors) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਅਵਰੋਧ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਅਵਰੋਧ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਚਾਲਕਾਂ ਅਤੇ ਬਿਜਲਰੋਧੀ ਤੇ ਵਿਚਕਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(ii) ਇਕ ਧਨ-ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਇਹਨਾਂ ਗੋਲੇਆਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕ (ਮੰਨ ਲਓ A) ਦੇ ਨਿਕਟ ਲਿਆਓ ਅਤੇ ਇਹ ਸਾਵਧਾਨੀ ਰਖੋ ਕਿ ਛੜ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਸੱਪਰਸ਼ ਨਾ ਕਰੇ। ਗੋਲੇ ਦੇ ਸੁਤੰਤਰਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਛੜ ਵੱਲ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਗੋਲੇ B ਦੇ ਪਿਛਲੇ ਪਾਸੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਚਾਰਜ ਧਾਤ ਦੇ ਗੋਲੇ ਵਿੱਚ ਬੰਧਿਤ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਪਲਾਇਨ ਨਹੀਂ ਕਰ ਪਾਂਦੇ। ਇਸਲਈ ਇਹ ਧਾਤੂ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਹੀ ਚਿੱਤਰ [1.4(b)] ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਗੋਲੇ A ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਅਤੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਧਿਕਤਾ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਐਪਰ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਗੋਲੇ A ਦੇ ਖੱਬੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਇਕੱਠੇ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਕਿਉਂਕੀ ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਗੋਲੇ A ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਕੱਠੇ ਹੋਣਾ ਸ਼ੁਰੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਹੋਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਹਨਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕੁਝ ਹੀ ਪਲਾਂ ਵਿੱਚ ਛੜ ਦੇ ਅਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਤੇ ਇਕੱਠੇ ਹੋਏ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਮਤੋਲ (equilibrium) ਸਥਾਪਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.4(b) ਸਮਤੋਲ ਅਵਸਥਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ 'ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰੇਰਣ' (Induction of charge) ਆਖਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹ ਲਗਭਗ ਤਤਕਾਲੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਤਕ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਗੋਲੇ ਦੇ ਨਿਕਟ ਰਹਿਦੀ ਹੈ ਤਦੋਂ ਤਕ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇਕੱਠਾ ਹੋਇਆ ਚਾਰਜ ਸਤਹਿ ਤੇ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਛੜ ਨੂੰ ਹਟਾ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਬਲ ਕਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਅਤੇ ਉਹ ਆਪਣੀ ਉਦਾਸੀਨ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਵਾਪਿਸ ਪਰਤ ਆਂਦੇ ਹਨ।

(iii) ਚਿੱਤਰ [1.4(c)] ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਖੱਬੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰੱਖਦੇ ਹੋਏ ਦੋਨਾਂ ਗੋਲਿਆਂ ਨੂੰ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਵੱਖ ਕਰੋ। ਇੰਝ ਕਰਨ ਨਾਲ ਦੋਵੇਂ ਗੋਲੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਕੇ ਇਕ-ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

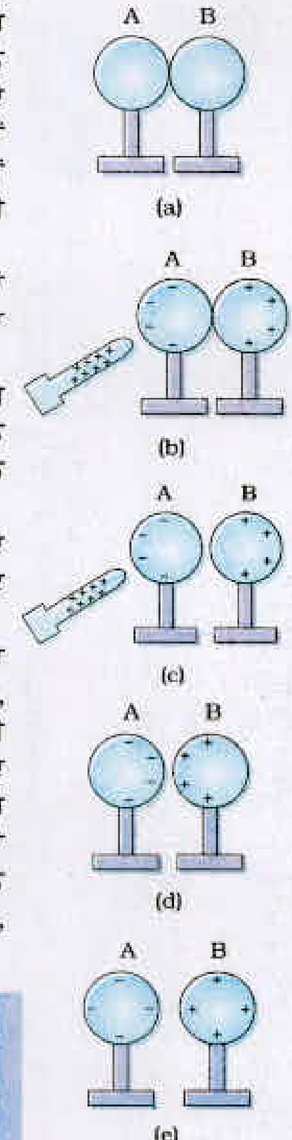
(iv) ਛੜ ਨੂੰ ਹਟਾ ਲਓ। ਗੋਲੇ ਦੇ ਚਾਰਜ ਚਿੱਤਰ [1.4(d)] ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਖੁਦ ਨੂੰ ਆਪ ਹੀ ਪੁਨਰ ਵਿਵਸਥਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ ਦੋਨੋ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚ ਦੂਰੀ ਵਧਾਈਏ, ਇੰਝ ਕਰਨ ਤੇ, ਚਿੱਤਰ 1.4(e) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਚਾਰਜ ਗੋਲਿਆਂ ਤੇ ਇਕ-ਸਮਾਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਵਿਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦੇ ਗੋਲੇ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਪਰ-ਚਾਰਜਿਤ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਕੋਈ ਹਾਨੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਜੋ ਕਿ ਸੰਪਰਕ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ।

ਜਦ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਨੂੰ ਹਲਕੀ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲੈ ਕੇ ਜਾਂਦੇ ਹਾ ਤਾਂ ਇਹੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਛੜ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਨੇੜੇ ਵਾਲੇ ਪਾਸੇ ਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ, ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਦੂਰ ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਤਕ ਪਹੁੰਚ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। [ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਤਦ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਹਲਕੀ ਵਸਤੂ ਚਾਲਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ]। ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਕਿਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਇਸਦਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਣ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਅਨੁਲਾਗ 1.10 ਅਤੇ 2.10 ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ।] ਦੋਵੇਂ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰਾ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਦੂਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਵਿਚ ਅਕਰਸ਼ਣ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਵਿੱਚ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਨ ਕਾਰਨ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ, ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ, ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਟੁਕੜੇ, ਸਰਕੰਡੇ ਦੀ ਗੋਲੀ ਆਦਿ ਹਲਕੇ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਛੜ ਵੱਲ ਖਿੱਚੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

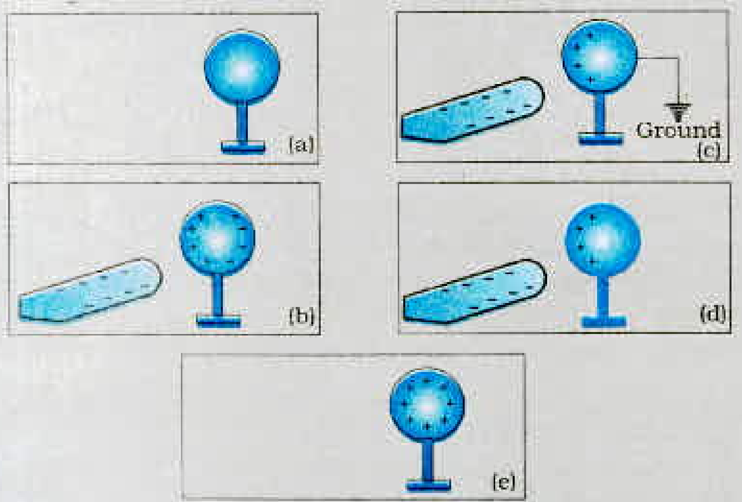
ਉਦਾਹਰਨ 1.1. ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਧਾਤ ਦੇ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾ ਧਨ-ਚਾਰਜਿਤ ਕਿਵੇਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ?

ਹਲ— ਚਿੱਤਰ 1.5 (a) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਰੋਧੀ ਧਾਤ ਦੇ ਸਟੈਂਡ ਤੇ ਕੋਈ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਧਾਤ ਦਾ ਗੋਲਾ ਰਖਿਆ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.5 (b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਗੋਲੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਕੋਈ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਲਿਆਓ। ਗੋਲੇ ਦੇ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਕਾਰਨ ਦੂਰ ਜਾਕਰ ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਸਿਰੇ ਤੇ ਇਕੱਠੇ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਨੇੜੇ ਦਾ ਸਿਰਾ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਕਮੀ ਕਾਰਨ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਗੋਲੇ ਦੀ ਧਾਤ ਦੇ ਮੁਕਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਤੇ ਲਗਨ ਵਾਲਾ ਕੁਲ ਬਲ ਸਿਫਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਇਹ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਬੰਦ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਭਾਰ ਦੁਆਰਾ ਗੋਲੇ



ਚਿੱਤਰ 1.4 ਦੇ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰੇਰਣਾ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੋਣਾ।

ਨੂੰ ਭੂ-ਸੰਪਰਕਿਤ (earth) ਕਰੋ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਰਤੀ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਜਾਣਗੇ ਜਦਕੀ ਨੇੜੇ ਦੇ ਸਿਰੇ ਦਾ ਧੰਨਚਾਰਜ, ਛੜ ਦੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਦੇ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਕਾਰਨ ਚਿੱਤਰ 1.5 (c) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਬੰਧਿਤ ਰਹੇਗਾ। ਗੋਲ ਦਾ ਭੂ-ਸੰਪਰਕ ਤੋੜ ਦਿਉ। ਨੇੜੇ ਦੇ ਸਿਰੇ ਤੇ ਧਨ-ਚਾਰਜ ਦੀ ਬੰਧਤਾ ਬਣੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 1.5(d)] ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਨੂੰ ਹਟਾ ਲਓ। ਚਿੱਤਰ 1.5(e) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਧਨ ਚਾਰਜ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਇਕਸਮਾਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਫੈਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 1.5

ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ ਧਾਤ ਦਾ ਗੋਲਾ ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਛੜ ਅਪਣਾ ਕਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਖੋਂਦੀ।

ਪ੍ਰੇਰਣ ਦੁਆਰਾ ਧਾਤ ਦੇ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਰਿਣ-ਚਾਰਜਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਦੇ ਵੀ ਇਹੀ ਪਗ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਵਿੱਚ ਧਨ ਚਾਰਜਿਤ ਛੜ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸਮੀਪ ਲਿਆਂਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਕਿਰਿਆ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਧਰਤੀ ਤੇ ਗੋਲੇ ਵਿੱਚ ਉਸ ਸਮੇਂ ਤਬਦੀਲ (ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ) ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਤਾਰ ਦੁਆਰਾ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਭੂ-ਸੰਪਰਕਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਇਸਦਾ ਕਾਰਣ ਸਪੱਸ਼ਟ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ?

ਕਿਰਿਆ 1.1

Interactive animation on charging a two-sphere system by induction:
http://www.physicsclassroom.com/mmedia/estatics/estatics/tsr.cfm

PHYSICS

1.5 ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮੂਲ ਗੁਣ

(Basic Properties Of Electric Charge)

ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ-ਧਨ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਖ਼ਤਮ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਹੁਣ, ਅਸੀਂ ਇਥੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਹੋਰ ਗੁਣਾਂ ਬਾਰੇ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ।

ਜੇ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਦਾ ਸਾਈਜ਼ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਉਸਨੂੰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ (point charge) ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਮੰਨ ਲਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਦਾ ਸੰਪੂਰਨ ਚਾਰਜ ਪੁਲਾੜ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੈ।

1.5.1 ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਜੋੜਕਤਾ (Additivity of charges)

ਅਜੇ ਤਕ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ ਦੀ ਪਰਿਮਾਣਾਤਮਕ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਨਹੀਂ ਦਿੱਤੀ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਅਗਲੇ ਅਨੁਭਾਗ ਵਿੱਚ ਸਮਝਾਂਗੇ। ਅੰਤਰਿਮ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਮੰਨਾਂਗੇ ਕਿ ਇਸ ਤਰਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਿਰ ਅਸੀਂ ਅੱਗੇ ਵੱਧਾਂਗੇ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q_1 ਅਤੇ q_2 ਹਨ ਤਾਂ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ q_1 ਅਤੇ q_2 ਨੂੰ ਬੀਜਗਣਿਤਕ (algebraically) ਰੀਤ ਨਾਲ ਜੋੜਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਭਾਵ ਕਿ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਵਾਸਤਵਿਕ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਦੇ ਵਾਂਗ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਚਾਰਜ ਪੁੰਜ ਦੀ ਭਾਂਤੀ ਅਦਿਸ਼ (scalar) ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ n ਚਾਰਜ, q_1, q_2, q_3, ... q_n ਹਨ ਤਾਂ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ $q_1 + q_2 + q_3 + ... + q_n$ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਦਾ ਪੁੰਜ ਵਾਂਗ ਹੀ ਪਰਿਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਹੈ ਪਰ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਅੰਤਰ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹਮੇਸ਼ਾ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦਕਿ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਜਾਂ ਤਾਂ ਧਨਾਤਮਕ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ। ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਜੋੜ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਉਸਦੇ ਢੁਕਵੇਂ ਨਿਸ਼ਾਨ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਆਪਮਤੇ ਮਾਤ੍ਰਕ ਨਾਲ ਮਾਪੇ ਗਏ ਪੰਜ ਚਾਰਜ +1, +2, -3, +4 ਅਤੇ -5 ਹਨ, ਤਦ ਉਸੇ ਮਾਤ੍ਰਕ ਵਿੱਚ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ (+1) + (+2) + (-3) + (+4) + (-5) = -1 ਹੈ।

1.5.2 ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਸੁਰਖਿਅਤ ਹੈ (Charge is conserved)

ਅਸੀਂ ਇਸ ਤੱਥ ਵਲ ਪਹਿਲੇ ਹੀ ਸੰਕੇਤ ਦੇ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਜਦੋਂ ਵਸਤੂਆਂ ਰਗੜਨ ਤੇ ਚਾਰਜਿਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਇੱਕ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੀ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦਾ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਕੋਈ ਨਵਾਂ ਚਾਰਜ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਚਾਰਜ ਨਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਯੁਕਤ ਕਣਾਂ ਨੂੰ ਦ੍ਰਿਸਟੀ ਵਿੱਚ ਲਿਆਈਏ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਚਾਰਜ ਦੇ ਸੁਰਖਿਅਣ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਸਮਝ ਆਵੇਗੀ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਦੋ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ ਇਕ ਦੂਜੇ ਨਾਲ ਰਗੜਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਇਕ ਵਸਤੂ ਜਿਹਨਾਂ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਦੂਜੀ ਵਸਤੂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਚਾਰਜ ਗਵਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਜੁਦਾ ਸਿਸਟਮ (Isolated System) ਦੇ ਅੰਦਰ, ਵਸਤੂਆਂ ਦੀ ਆਪਸੀ ਕਿਰਿਆ ਕਾਰਨ, ਚਾਰਜ ਦੁਬਾਰਾ ਵਿਤਰਿਤ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਪਰ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ 'ਜੁਦਾ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਸੁਰਖਿਅਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ।

ਭਾਵੇਂ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਵਿਚ ਚਾਰਜਵਾਹੀ ਕਣ ਪੈਦਾ ਜਾਂ ਨਸ਼ਟ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਪਰ ਕਿਸੇ ਜੁਦਾ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਪੈਦਾ ਕਰਨਾ ਜਾਂ ਨਸ਼ਟ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਕਦੇ-ਕਦੇ ਕੁਦਰਤ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ : ਕੋਈ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ, ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਰੁਪਾਂਤਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਪੈਦਾ ਹੋਏ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ, ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਉਲਟ ਚਾਰਜ ਪੈਦਾ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਰਚਨਾ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫਰ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

1.5.3 ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦਾ ਕੁਆਂਟੀਕਰਣ (Quantisation of charge)

ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਸਾਰੇ ਮੁਕਤ ਚਾਰਜ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮੂਲ ਇਕਾਈ, ਜਿਸਨੂੰ e ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਦੇ ਪੂਰਨਾਂਕੀ ਗੁਣਜ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਹਮੇਸ਼ਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ :-

$$q = ne$$

ਇੱਥੇ n ਕੋਈ ਧਨਾਤਮਕ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਪੂਰਨ ਅੰਕ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਦੀ ਇਹ ਮੂਲ ਇਕਾਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਜਾਂ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਦਸਤੂਰ ਅਨੁਸਾਰ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮੰਨਦੇ ਹਨ, ਇਸਲਈ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਚਾਰਜ e ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਤੇ ਚਾਰਜ $+e$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਹਮੇਸ਼ਾ e ਦਾ ਪੂਰਣਾਂਕ (integral multiple) ਗੁਣਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤੱਥ ਨੂੰ *ਚਾਰਜ ਦਾ ਕੁਆਂਟਾਈਜੇਸ਼ਨ* (*quantisation of charge*) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਹਨ ਜਿੱਥੇ ਕੁਝ *ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਕੁਆਂਟੀਕ੍ਰਿਤ* ਹਨ। ਚਾਰਜ ਦੇ ਕੁਆਂਟੀਕਰਨ ਦਾ ਸੁਝਾਅ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਅੰਗ੍ਰੇਜ਼ ਪ੍ਰਯੋਗਕਰਤਾ ਫੈਰਾਡੇ ਦੁਆਰਾ ਖੋਜੇ ਗਏ ਬਿਜਲ ਅਪਘਟਨ ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਨਿਯਮਾਂ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਇਆ ਸੀ। ਸਾਲ 1912 ਵਿੱਚ ਮਿਲੀਕਨ ਨੇ ਇਸਨੂੰ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਨਿਰਦੇਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਸੀ।

ਮਾਤਰਕਾਂ ਦੀ ਅੰਤਰਾਸ਼ਟਰੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ (SI) ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮਾਤ੍ਰਕ ਕੂਲਾਮ (*coulomb*) ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਪ੍ਰਤੀਕ C ਹੈ। ਇੱਕ ਕੂਲਾਮ ਨੂੰ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਦੇ ਮਾਤ੍ਰਕ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀ ਅਗਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਸਿਖਾਂਗੇ। ਇਸ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਨੁਸਾਰ ਕੂਲਮ ਉਹ ਚਾਰਜ ਹੈ ਜੋ ਕਿਸੇ ਤਾਰ ਵਿੱਚੋਂ 1A (ਐਮਪੀਅਰ) ਧਾਰਾ 1 ਸੈਕੰਡ ਤੱਕ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। [ਭੌਤਿਕੀ ਦੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਜਮਾਤ-11, ਭਾਗ 1 ਦਾ ਅਧਿਆਇ 2 ਵੇਖੋ]। ਇਸ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਵਿੱਚ, ਚਾਰਜ ਦੀ ਮੂਲ ਇਕਾਈ ਹੈ :—

$$e = 1.602192 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$$

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ, –1C ਚਾਰਜ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 6×10^{18} ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿੱਚ ਇੰਨੇ ਵੱਡੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਨਾਲ ਕਦੇ-ਕਦੇ ਹੀ ਸਾਮਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਇਸਦੇ ਛੋਟੇ ਮਾਤ੍ਰਕਾ 1 μC (ਮਾਈਕ੍ਰੋਕੂਲਮ) 10^{-6} C ਅਤੇ 1 mC (ਮਿਲੀਕੂਲਮ) = 10^{-3} C ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਜੇ ਸਿਰਫ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹੀ ਵਿਸ਼ਵ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮੂਲ ਮਾਤਰਕ ਹਨ ਤਾਂ ਸਾਰੀ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਨੂੰ e ਦਾ ਪੂਰਣਾਂਕ ਗੁਣਜ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ਼ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ n_1 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ n_2 ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹਨ ਤਾਂ ਉਸ ਵਸਤੂ ਤੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ $n_2 \times e + n_1 \times (-e) = (n_2 - n_1)\, e$ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ n_1 ਅਤੇ n_2 ਪੂਰਨਾਂਕ ਹਨ, ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਅੰਤਰ ਵੀ ਪੂਰਨਾਂਕ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦੇ ਚਾਰਜ਼ ਹਮੇਸ਼ਾ e ਦਾ ਪੂਰਨਾਂਕ ਗੁਣਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ e ਦੇ ਚਰਣਾਂ ਵਿੱਚ ਹੀ ਘਟਾਇਆ ਜਾਂ ਵਧਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਪਰ, ਮੂਲ ਮਾਤ੍ਰਕ e ਦਾ ਸਾਈਜ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਕੁਝ μC ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਇਸਤੇਮਾਲ ਵਿਚ ਲਿਆਂਦੇ ਹਾਂ, ਇਸ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਇਹ ਤੱਥ (ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਗੋਚਰ) ਨਹੀਂ ਲਗਦਾ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਚਾਰਜ e ਦੇ ਮਾਤ੍ਰਕਾਂ, ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਜਾਂ ਵੱਧ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਦੀ ਕਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਲੁੱਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਨਿਰੰਤਰ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਬਿੰਦੂ ਅਤੇ ਰੇਖਾ ਦੀ ਜਿਆਮਿਤੀ ਵਾਲੀਆਂ ਪਰਿਕਲਪਨਾਵਾਂ ਨਾਲ ਕਿਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਦੂਰ ਤੋਂ ਵੇਖਣ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂਕ੍ਰਿਤ (dotted) ਰੇਖਾ ਸਾਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਐਪਰ ਉਹ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਨਿਰੰਤਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਜਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਕ-ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨੇੜੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂ ਸਾਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਰੇਖਾ ਦਾ ਅਭਾਸ ਕਰਾਂਦੇ ਹਨ, ਉਸੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਸਾਥ ਲੈਣ ਤੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਛੋਟੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਸੰਕਲਨ ਵੀ ਨਿਰੰਤਰ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਣ ਵਰਗਾ ਵਿਖਾਈ ਦਿੰਦਾ ਹੈ।

ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਚਾਰਜ਼ਾਂ ਨਾਲ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ e ਦੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵਿਸ਼ਾਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ 1 μC ਚਾਰਜ਼ ਵਿੱਚ ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਲਗਭਗ 10^{13} ਗੁਣਾਂ ਚਾਰਜ਼ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ, ਇਹ ਤੱਥ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਕਮੀ ਜਾਂ ਬੜੋਤਰੀ ਸਿਰਫ਼ e ਦੇ ਮਾਤ੍ਰਕਾਂ ਵਿਚ ਹੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਇਸ ਕਥਨ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁਲ ਵੱਖ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ ਨਿਰੰਤਰ ਕੁਝ ਮਾਣ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਵਾਂਟਰੀਕਰਨ ਦਾ ਕੋਈ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਮਹੱਤਵ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਨਜ਼ਰ ਅੰਦਾਜ਼ੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਸੁਖਮ ਪੱਧਰ ਤੇ ਜਿੱਥੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ e ਦੇ ਕੁਝ ਦਸ਼ਕ ਅਤੇ ਕੁਝ ਸ਼ਤਕ ਦਰਜੇ ਦੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਭਾਵ ਕੀ ਜਿਹਨਾਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਇੱਥੇ ਚਾਰਜ ਖੰਡਿਤ (discrete) ਗੰਢ ਵਾਂਗ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕੁਆਂਟੀਕਰਨ ਨੂੰ ਨਜ਼ਰ ਅੰਦਾਜ਼ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਬੜਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਹੜੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਗੱਲ ਕੀਤੀ ਜਾ ਰਹੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 1.2

ਉਦਾਹਰਨ 1.2— ਜੇ ਕਿਸੇ ਪਿੰਡ ਵਿਚੋਂ ਇੱਕ ਸੈਕੰਡ ਵਿੱਚ 10^9 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਪਿੰਡ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ 1C ਚਾਰਜ ਦੇ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਲਈ ਕਿਨਾ ਸਮਾ ਲੱਗੇਗਾ?

ਹੱਲ— 1 ਸੈਕੰਡ ਵਿੱਚ ਪਿੰਡ ਵਿੱਚੋਂ 10^9 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਿਕਲਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ ਪਿੰਡ ਦੁਆਰਾ 1 s ਵਿੱਚ ਦਿੱਤਾ ਜਾਣ ਵਾਲਾ ਚਾਰਜ $1.6 \times 10^{-19} \times 10^9 \text{C} = 1.6 \times 10^{-10}$ C ਤਦ 1 C ਚਾਰਜ ਦੇ ਸੰਚਿਤ ਹੋਣ ਦੇ ਸਮੇਂ ਦਾ ਆਕਲਨ $1 \text{ C} \div (1.6 \times 10^{-10} \text{ C/s}) = 6.25 \times 10^9 \text{ s} = 6.25 \times 10^9 \div (365 \times 24 \times 3600)$ ਸਾਲ = 198 ਸਾਲ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਹੜੇ ਪਿੰਡ ਤੋਂ 10^9 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਪ੍ਰਤੀ ਸੈਕੰਡ ਦਾ ਉਤਸਰਜਣ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਉਸਤੋਂ 1 C ਚਾਰਜ਼ ਸੰਚਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 200 ਸਾਲ ਲਗਣਗੇ। ਇਸ ਲਈ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਕਾਰਜਾਂ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਇਕ ਕੂਲਮ ਚਾਰਜ ਦਾ ਇਕ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਮਾਤ੍ਰਕ ਹੈ।

ਇਹ ਜਾਣਨਾ ਵੀ ਬੜਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਦੇ 1 ਘਣ ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ ਟੁਕੜੇ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਕਿੰਨੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। 1 cm ਭੁਜਾ ਦੇ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਘਣ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 2.5×10^{24} ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.3

ਉਦਾਹਰਨ 1.3 ਇਕ ਕਪ ਜਲ ਵਿੱਚ ਕਿੰਨੇ ਧਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ?

ਹੱਲ— ਮੰਨ ਲਓ ਇਕ ਕੱਪ ਪਾਣੀ ਦਾ ਪੁੰਜ 250 g ਹੈ। ਪਾਣੀ ਦਾ ਅਣੂ ਪੁੰਜ 18g ਹੈ ਇਕ ਮੋਲ (= 6.02 $\times 10^{23}$ ਅਣੂ) ਪਾਣੀ ਦਾ ਪੁੰਜ 18 g ਹੈ। ਇਸ਼ ਲਈ ਇੱਕ ਕੱਪ ਪਾਣੀ ਵਿੱਚ ਅਣੂਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆ (250/18) $\times 6.02 \times 10^{23}$ ਹੈ।

ਪਾਣੀ ਦੇ ਹਰੇਕ ਅਣੂ ਵਿਚ ਦੋ ਹਾਈਡ੍ਰੋਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਅਤੇ ਇੱਕ ਆਕਸੀਜਨ ਪਰਮਾਣੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਮਤਲਬ 10 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ 10 ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ਼ ਲਈ ਕੁੱਲ ਧਨ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਚਾਰਜ ਦੇ ਇਹ ਪਰਿਮਾਣ = $(250/18) \times 6.02 \times 10^{23} \times 10 \times 1.6 \times 10^{19}$ C

$= 1.34 \times 10^{7}$ C

1.6 ਕੁਲਮ ਦਾ ਨਿਯਮ (Coulomb s Law)

ਕੁਲਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗੇ ਬਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਮਾਤਰਾਤਮਕ ਕਥਣ ਹੈ। ਜਦ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਦੂਰੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਇਹੋ ਜਿਹੀਆਂ ਚਾਰਜਿਤ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਦੀ ਨਜ਼ਰ ਅੰਦਾਜੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ (point charge) ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕੁਲਮ ਨੇ ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਦਾ ਮਾਪ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਕਿ ਇਹ ਬਲ ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਸਿੱਧੇ ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ-ਅਨੁਪਾਤੀ (*inversely proportional*) ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੇ ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿੱਚ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ r ਹੈ, ਤਾਂ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਬਲ (**F**) ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ

$$F \quad k\,\frac{|q_1 \times q_2|}{r^2} \tag{1.1}$$

ਆਪਣੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਤੋਂ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਲਮ ਇਸ ਨਿਯਮ ਤਕ ਪਹੁੰਚੇ? ਕੁਲਮ ਨੇ ਧਾਤ ਦੇ ਦੋ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗੇ ਬਲ ਦੀ ਮਾਪ ਲਈ ਐਠਨ ਤੁਲਾ* (torsion balance) ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ। ਜਦੋਂ ਦੋ ਗੋਲੇਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਹਰੇਕ ਗੋਲੇ ਦੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਤਾਂ ਹਰੇਕ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਗੋਲੇਆਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਅਗਿਆਤ ਸੀ। ਤਦ ਉਹ ਕਿਵੇਂ ਸਮੀਕਰਣ (1.1) ਵਰਗੇ ਸਬੰਧ ਨੂੰ ਖੋਜ ਪਾਏ? ਕੁਲਮ ਨੇ ਨਿਮਨ-ਲਿਖਤ ਸਰਲ ਉਪਾਅ ਸੋਚਿਆ :– ਮੰਨ ਲਓ ਧਾਤ ਦੇ ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਇਸਦੇ ਵਰਗੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਅਣਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿੱਚ ਰੱਖ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਚਾਰਜ q ਦੋਨਾਂ ਗੋਲੇਆ ਤੇ ਫੈਲ ਜਾਵੇਗਾ। ਸਮਮਿਤੀ ਅਨੁਸਾਰ ਹਰੇਕ ਗੋਲੇ ਤੇ $q/2$** ਚਾਰਜ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਨੂੰ ਦੁਹਰਾਉਣ ਨਾਲ ਅਸੀਂ $q/2$. $q/4$ ਆਦਿ ਚਾਰਜ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਕੁਲਮ ਨੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਖਾਸ ਜੋੜਿਆਂ ਦੇ ਲਈ ਦੂਰੀਆਂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰਕੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਦੂਰੀਆਂ ਲਈ ਬਲ ਦਾ ਮਾਪ ਕੀਤਾ। ਉਸਦੇ ਬਾਅਦ ਹਰੇਕ ਜੋੜੇ ਲਈ ਦੂਰੀ ਸਥਿਰ ਰੱਖਕੇ ਜੋੜੀਆਂ ਦੇ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿਚ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕੀਤਾ। ਵੱਖ-ਵੱਖ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਜੋੜੀਆਂ ਲਈ ਬਲਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰਕੇ ਕੁਲਮ ਸਮੀਕਰਨ (1.1) ਦੇ ਸਬੰਧ ਤੱਕ ਪੁਜ ਪਾਏ।

ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਜੋ ਕਿ ਇੱਕ ਸਰਲ ਗਣਿਤਕ ਕਥਨ ਹੈ, ਉਸ ਤੱਕ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਉਤੇ ਵਰਣਿਤ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਹੀ ਪੁੱਜਿਆ ਗਿਆ। ਭਾਵੇਂ ਇਹਨਾਂ ਮੂਲ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਨੇ ਇਸਨੂੰ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ, ਪਰਮਾਣਵਿਕ ਪੱਧਰ ($r \sim 10^{-10}$ m) ਤੱਕ ਵੀ ਇਸਨੂੰ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ।

* ਐਠਨ ਤੁਲਾ ਬਲ ਮਾਪਨ ਦੀ ਇਕ ਸੰਵੇਦਨਸ਼ੀਲ ਯੁਕਤੀ ਹੈ ਇਸ ਤੁਲਾ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਕੈਵੇਂਡਿਸ ਨੇ ਦੋ ਪਿੰਡਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚ ਲੱਗੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੇ ਮਾਪ ਲਈ ਵੀ ਕਰਕੇ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਸਚ ਸਾਬਿਤ ਕੀਤਾ।

** ਇਸ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਯੋਜਸੀਲਤਾ ਅਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸੁਰਖਿਅਣ ਅਵਧਾਰਣਾਵਾਂ ਅੰਤਰਨਿਹਿਤ ਹਨ। ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ (ਹਰੇਕ $q/2$) ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਨਾਲ ਕੁਲ ਚਾਰਜ q ਬਣਦਾ ਹੈ।

ਚਾਰਲਸ ਔਗਸਟਿਨ ਡੇ ਕੂਲਮ
Charles Augustin de Coulomb (1736 1806)
ਫ੍ਰਾਂਸਿਸੀ ਭੌਤਿਕਸ਼ਾਸਤਰੀ ਕੂਲਮ ਨੇ ਵੈਸਟ ਇੰਡੀਜ਼ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਫੌਜੀ ਇੰਜੀਨੀਅਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਪਣੇ ਕੈਰੀਅਰ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਕੀਤੀ। ਸੰਨ 1776 ਵਿੱਚ ਉਹ ਪੈਰਿਸ ਪਰਤੇ ਅਤੇ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਜਿਹੀ ਜਾਇਦਾਦ ਬਣਾਕੇ ਏਕਾਂਤ ਵਿੱਚ ਆਪਣਾ ਸ਼ੋਧ ਕਾਰਜ ਕਰਨ ਲੱਗੇ। ਬਲ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਲਈ ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਐਂਠਨ ਤੁਲਾ (torsional balance) ਦਾ ਅਵਿਸ਼ਕਾਰ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਉਪਯੋਗ ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਛੋਟੇ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਆਕਰਸ਼ਣ ਜਾਂ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਣ ਬਲਾਂ ਨੂੰ ਗਿਆਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਸੰਨ 1785 ਵਿੱਚ ਉਲਟ ਵਰਗ ਨਿਯਮ (inverse square law) ਨੂੰ ਖੋਜ ਪਾਏ ਜਿਸਨੂੰ ਅੱਜ ਕੂਲਮ ਦਾ ਨਿਯਮ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪੂਰਵ ਅਨੁਮਾਨ ਪ੍ਰਿਸਟਲੇ (Priestley) ਅਤੇ ਕੈਵੰਡਿਸ਼ (Cavendish) ਨੇ ਲਗਾ ਲਿਆ ਸੀ ਪਰ ਕੈਵੰਡਿਸ਼ ਨੇ ਆਪਣੇ ਨਤੀਜੇ ਕਦੇ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤੇ। ਕੂਲਮ ਨੇ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਉਲਟ ਵਰਗ ਨਿਯਮ ਦਾ ਵੀ ਪਤਾ ਲਗਾਇਆ ਸੀ।

ਚਾਰਲਸ ਔਗਸਟਿਨ ਡੇ ਕੂਲਮ (1736 1806)

ਕੂਲਮ ਨੇ ਆਪਣੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਖੋਜ ਬਿਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਦੇ ਸਹੀ ਗਿਆਨ ਦੇ, ਕੀਤੀ ਸੀ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸ ਨੂੰ ਉਲਟ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਲਈ ਵਰਤਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ— ਕੂਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਮੀਕਰਨ (1.1) ਦੇ ਸਬੰਧ ਵਿੱਚ ਹੁਣ ਤਕ k ਦਾ ਮਾਨ ਜੋ ਮਰਜ਼ੀ (arbitrary) ਹੈ। ਅਸੀਂ k ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਧਨਾਤਮਕ ਮਾਨ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। k ਦੀ ਚੋਣ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਦਾ ਸਾਇਜ਼ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। SI ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ k ਦਾ ਮਾਣ ਲਗਭਗ 9×10^9 ਹੈ। ਇਸ ਚੋਣ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਚਾਰਜ ਦਾ ਜੋ ਮਾਤਰਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਉਸਨੂੰ ਕੂਲਮ (coulomb) ਆਖਦੇ ਹਨ ਜਿਸਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਅਨੁਲਗ 1.4 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਸੀ ਸਮੀਕਰਨ (1.1) ਵਿੱਚ k ਦਾ ਇਹ ਮਾਣ ਰੱਖਣ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $q_1 = q_2 = 1$ C ਅਤੇ $r = 1$ m ਦੇ ਲਈ

$$F = 9 \times 10^9 \text{ N}$$

ਭਾਵ ਕਿ 1 C ਉਹ ਚਾਰਜ ਹੈ ਜੋ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ 1 m ਦੂਰੀ ਦੇ ਰੱਖੇ ਇਸੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਨੂੰ 9×10^9 ਨਿਊਟਨ ਬਲ ਨਾਲ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰੇ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਨਾਲ, 1 C ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਕਾਰਜਾਂ ਲਈ ਚਾਰਜ ਦਾ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਮਾਤਰਕ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਵਿਗਿਆਨ ਵਿੱਚ, ਵਿਵਹਾਰ ਵਿਚ ਇਸਦੇ ਛੋਟੇ ਮਾਤਰਕ ਜਿਵੇਂ 1 mC ਅਤੇ 1 μC ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਬਾਅਦ ਦੀ ਸੁਵਿਧਾ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (1.1) ਦੇ ਸਥਿਰਾਂਕ k ਨੂੰ $k = 1/4\pi\varepsilon_0$ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|q_1 q_2|}{r^2} \qquad (1.2)$$

ε_0 ਨੂੰ ਮੁਕਤ ਸਥਾਨ (*free space*) ਜਾਂ ਨਿਰਵਾਯੂ ਦੀ ਬਿਜਲਸ਼ੀਲਤਾ ਜਾਂ ਪਰਾਬਿਜਲਾਂਕ ਜਾਂ ਪਰਮੀਟੀਵੀਟੀ (*permittivity*) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। SI ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ε_0 ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ

$$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2}$$

ਬਲ ਇਕ ਸਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਸਦਿਸ਼ ਸੰਕੇਤਨਾ ਵਿੱਚ ਲਿਖਣਾ ਉਤਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ q_1 ਅਤੇ q_2 ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਸਦਿਸ਼ ਜਾਂ ਸਥਿਤੀ ਵੈਕਟਰ : $\mathbf{r}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_2$ ਹੈ ਚਿੱਤਰ [1.6(a) ਵੇਖੋ]। ਅਸੀਂ q_2 ਦੁਆਰਾ q_1 ਤੇ ਆਰੋਪਿਤ ਬਲ ਨੂੰ $\mathbf{F}_{12}$ ਅਤੇ q_1 ਦੁਆਰਾ q_2 ਤੇ ਆਰੋਪਿਤ ਬਲ ਨੂੰ $\mathbf{F}_{21}$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਨੂੰ ਸੁਵਿਧਾ ਲਈ 1 ਅਤੇ 2 ਅੰਕ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ 1 ਤੋਂ 2 ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਵੈਕਟਰ ਨੂੰ $\mathbf{r}_{21}$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ—

$$\mathbf{r}_{21} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1$$

ਇਸੇ ਤਰਾਂ 2 ਤੋਂ 1 ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਵੈਕਟਰ ਨੂੰ $\mathbf{r}_{12}$ ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ

$$\mathbf{r}_{12} = \mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2 = -\mathbf{r}_{21}$$

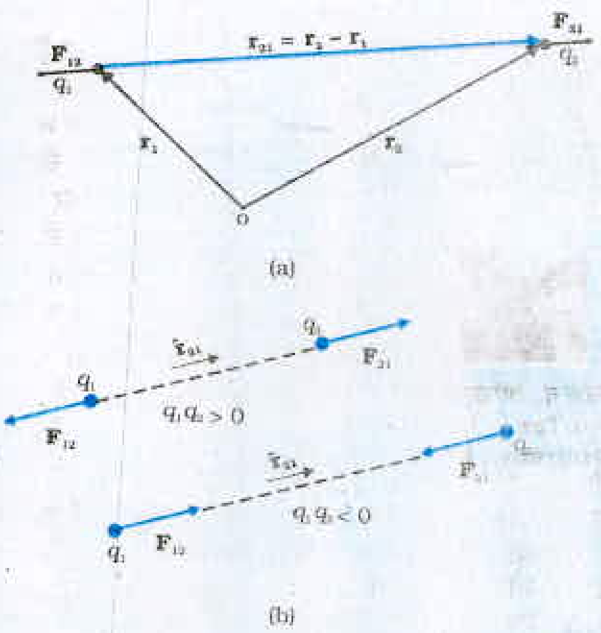
ਵੈਕਟਰ $\mathbf{r}_{21}$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_{12}$ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਸੰਕੇਤਨ ਕ੍ਰਮਵਾਰ : $\mathbf{r}_{21}$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_{12}$ ਦੁਆਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $(r_{12} = r_{21})$। ਕਿਸੇ ਸਦਿਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਉੱਲੇਖ ਉਸ ਸਦਿਸ਼ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਸਦਿਸ਼ (unit vector) ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਬਿੰਦੂ 1 ਤੋਂ 2 ਵੱਲ (ਜਾਂ 2 ਤੋਂ 1 ਵੱਲ) ਸੰਕੇਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਅਸੀਂ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ—

$$\hat{\mathbf{r}}_{21} = \frac{\mathbf{r}_{21}}{r_{21}}, \quad \hat{\mathbf{r}}_{12} = \frac{\mathbf{r}_{12}}{r_{12}}, \quad \hat{\mathbf{r}}_{21} = -\hat{\mathbf{r}}_{12}$$

$\mathbf{r}_1$ ਅਤੇ $\mathbf{r}_2$ ਤੇ ਪਏ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗੇ ਕੂਲਮ ਬੱਲ ਦੇ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਤਦ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$\mathbf{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{21}^2} \hat{\mathbf{r}}_{21} \qquad (1.3)$$



ਚਿੱਤਰ : 1.6(a) ਜਿਆਮਿਤੀ ਅਤੇ (b) ਚਾਰਜਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਆਰੋਪਿਤ ਬੱਲ

ਸਮੀਕਰਨ (1.3) ਦੇ ਸਬੰਧ ਵਿਚ ਕੁਝ ਟਿੱਪਣੀਆਂ ਪ੍ਰਾਸੰਗਿਕ ਹਨ :-

- ਸਮੀਕਰਨ (1.3) q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਚਿੰਨ, ਧਨਾਤਮਕ ਜਾਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਦੇ ਲਈ ਸਹੀ ਹੈ। ਜੇ q_1 ਅਤੇ q_2 ਸਮਾਨ ਚਿੰਨ੍ਹਾ ਦੇ ਹਨ (ਜਾਂ ਤਾਂ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਧਨਾਤਮਕ ਜਾਂ ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਰਿਣਾਤਮਕ) ਤੱਦ $\mathbf{F}_{21}$, $\hat{\mathbf{r}}_{21}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ, ਜੋ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੋਣਾ ਹੀ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਜੇ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿਪਰੀਤ ਚਿੰਨ੍ਹ ਹਨ ਤਦ $\mathbf{F}_{21}$, $-\hat{\mathbf{r}}_{21}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ, ਜੋ ਆਕਰਸ਼ਣ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਸੇ ਦੀ ਆਸ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰਾਂ ਸਾਨੂੰ ਹੁਣ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜਾਂ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਮੀਕਰਨ ਲਿਖਣ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (1.3) ਦੋਵੇਂ ਹੀ ਕੇਸਾਂ ਨੂੰ ਸਹੀ-ਸਹੀ ਪ੍ਰਕਟ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 1.6(b) ਵੇਖੋ]।
- q_2 ਦੇ ਕਾਰਨ q_1 ਤੇ ਲੱਗਿਆ ਬੱਲ $\mathbf{F}_{12}$ ਨੂੰ ਸਮੀਕਰਨ (1.3) ਵਿੱਚ 1 ਅਤੇ 2 ਵਿਚ ਸਰਲ ਅੰਤਰ ਪਰਿਵਰਤਨ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਯਾਨਿ ਕਿ

$$\mathbf{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{\mathbf{r}}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$$

ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ, ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗਤੀ ਦੇ ਤੀਜੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਰੂਪ ਹੀ ਹੈ।

- ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ (ਸਮੀਕਰਨ 1.3) ਤੋਂ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਿਆ ਬੱਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਚਾਰਜ ਕਿਸੇ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਹਨ ਅਤੇ ਦੋਵੇਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਖਾਲੀ ਪਏ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਪਦਾਰਥ ਭਰਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ, ਤਦ ਇਸ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਚਾਰਜਿਤ ਅਵਯਵਾਂ ਕਾਰਨ ਸਥਿਤੀ ਜਟਿਲ ਬਣ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਅਗਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ ਅਸੀ ਇਸ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਸਥਿਰਬਿਜਲੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਾਂਗੇ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.4 — ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਦੇ ਲਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਦੋ ਸਥਿਰ ਬਿੰਦੂ ਪੁੰਜਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸਣ ਬਲ ਦੇ ਲਈ ਨਿਊਟਨ ਦਾ ਨਿਯਮ ਦੋਵੇ ਹੀ ਬਲ ਚਾਰਜਾਂ/ਪੁੰਜਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (a) ਇਹਨਾ ਦੋਵੇ ਬਲਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਗਿਆਤ ਕਰਕੇ ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ (b) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿੱਚ ਪਰਸਪਰ ਆਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਵਿਚ ਆਪਸੀ ਆਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਪ੍ਰਵੇਗ ਗਿਆਤ ਕਰੋ ਜਦੋਂ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ 1 Å (= 10^{-10} m) ਹੈ।
($m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg, $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg)

ਹੱਲ—

(i) ਇਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਜਦੋਂ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ r ਹੈ—

$$F_e = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2}$$

ਇਥੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਿੰਨ੍ਹ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਅਨੁਰੂਪੀ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ (ਜੋ ਹਮੇਸ਼ਾ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ) :

$$F_G = -G\frac{m_p \ m_e}{r^2}$$

ਜਿਥੇ m_p ਅਤੇ m_e ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਹਨ

$$\left|\frac{F_e}{F_G}\right| = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 G m_p m_e} = 2.4\times10^{39}$$

(ii) ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, r ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਅਤੇ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ—

$$\left|\frac{F_e}{F_G}\right| = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 G m_p m_p} = 1.3\times10^{36}$$

ਇੱਥੇ ਇਹ ਦੱਸਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਕਿ ਇੱਥੇ ਦੋ ਬਲਾਂ ਦੇ ਚਿੰਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਹੈ ਦੋ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਗੁਰੂਤਾਰਸ਼ਣ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ੀ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਲਮ ਬਲ ਅਪਕਰਸ਼ੀ ਹੈ। ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇਹਨਾਂ ਬਲਾਂ ਦੇ ਵਾਸਤਵਿਕ ਮਾਨ (ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੋ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ~ 10^{-15} m ਹੈ) :-

F_e ~ 230 N ਹੈ ਜਦਕਿ F_G ~ 1.9×10^{-34} N ਹਨ।

ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਬਲਾ ਦਾ (ਵਿਮਾ ਰਹਿਤ) ਅਨੁਪਾਤ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਬਹੁਤ ਪ੍ਰਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

(b) ਇੱਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੁਆਰਾ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਲਗਾਇਆ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੁਆਰਾ ਇਕ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਲ ਸਮਾਨ ਹਨ, ਪਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਅਤੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਪੁੰਜ ਭਿੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ—

$$|\mathbf{F}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2} = 8.987\times10^9\ \mathrm{Nm^2/C^2}\times(1.6\times10^{-19}\mathrm{C})^2\ /\ (10^{-10}\mathrm{m})^2$$

$$= 2.3\times10^{-8}\ \mathrm{N}$$

ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗਤੀ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਨਿਯਮ $F = ma$ ਅਨੁਸਾਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਗ

$a = 2.3\times10^{-8}\ \mathrm{N}\ /\ 9.11\times10^{-31}\mathrm{kg} = 2.5\times10^{22}\ \mathrm{m/s^2}$ ਹੈ

ਇਸਦੀ ਗੁਰੂਤਵੀ ਪ੍ਰਵੇਗ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਨਿਸ਼ਕਰਸ਼ ਕਡ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੀ ਗਤੀ ਤੇ ਗੁਰੂਤਵੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਸਰ ਨਿਗੂਣਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਲੱਗੇ ਕੁਲਮ ਬਲ ਦੀ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਅਧੀਨ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵਿੱਚ ਪੈਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ ਵੱਧ ਹੈ।

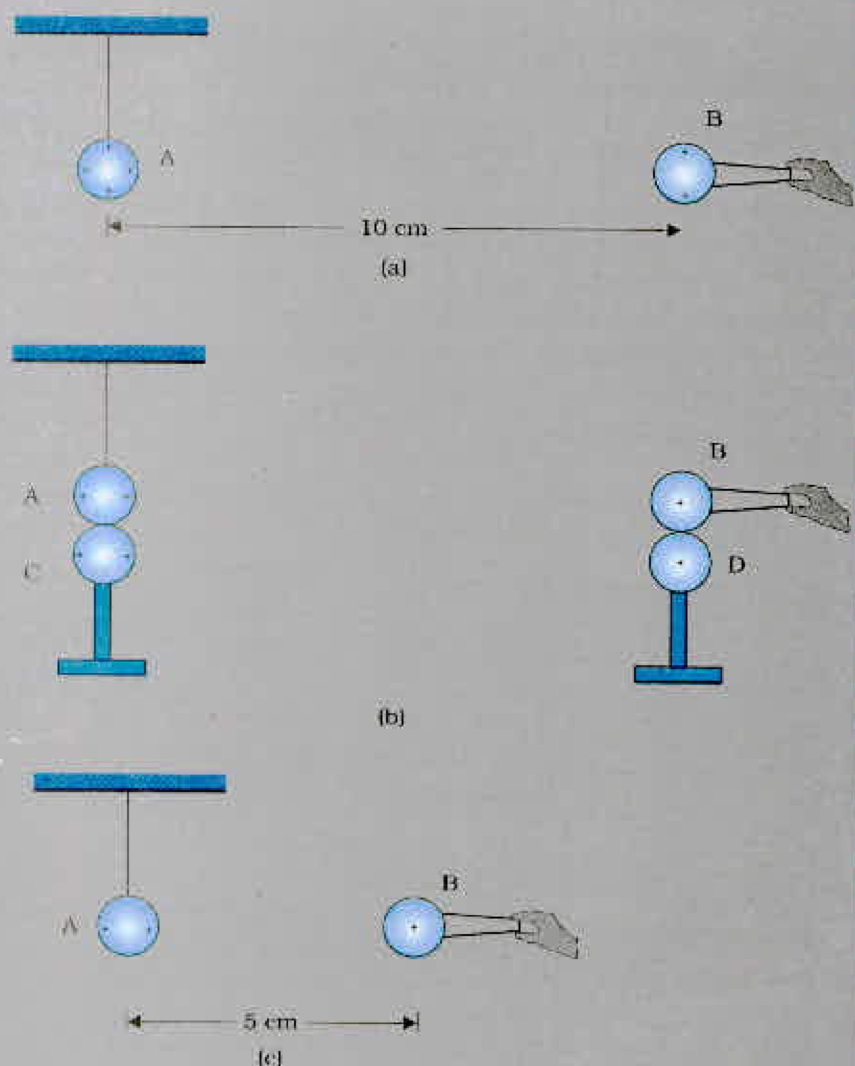
ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੇ ਲਈ ਪ੍ਰਵੇਗ ਦਾ ਮਾਨ

$2.3\times10^{-8}\ \mathrm{N}\ /\ 1.67\times10^{-27}\ \mathrm{kg} = 1.4\times10^{19}\ \mathrm{m/s^2}$ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 1.5— ਧਾਤ ਦਾ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਾ A ਨਾਈਲਨ ਦੇ ਧਾਗੇ ਨਾਲ ਲਟਕਿਆ ਹੈ। ਬਿਜਲਰੋਧੀ ਹੈਂਡਲ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਧਾਤ ਦੇ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇ B ਨੂੰ A ਦੇ ਇੰਨੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ [ਚਿੱਤਰ 1.7(a) ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ] ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ 10 cm ਹੈ। ਗੋਲੇ A ਦੇ ਅਪਕਰਸ਼ਨ ਨੂੰ ਨੋਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ (ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ— ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਮਕੀਲਾ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਪਾ ਕੇ ਅਤੇ ਪਰਦੇ ਤੇ ਬਣੀ ਇਸਦੀ ਛਾਇਆ ਦਾ ਵਿਖੇਪਣ ਮਾਪਕੇ) A ਅਤੇ B ਗੋਲਿਆਂ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 1.7(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਅਣਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਿਆਂ C ਅਤੇ D ਨਾਲ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਦੇ ਬਾਅਦ ਚਿੱਤਰ 1.7(c) ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ C ਅਤੇ D ਨੂੰ ਹਟਾਕੇ B ਨੂੰ A ਦੇ ਇੰਨੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ 5.0 cm ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ A ਦਾ ਕਿੰਨਾ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੈ? ਗੋਲੇ A ਅਤੇ ਗੋਲੇ C ਅਤੇ ਗੋਲੇ B ਅਤੇ D ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਸਮਾਨ ਹਨ। A ਅਤੇ B ਦੇ ਕੇਂਦਰਾ ਦੀ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਸਾਈਜ਼ ਨਿਗੂਣੇ ਮੰਨੋ।

Interactive animation on Coulomb's law:
http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/dav_central/menu_semester2/menu2.html

ਉਦਾਹਰਣ 1.3



ਚਿੱਤਰ 1.7

ਹੱਲ— ਮਨ ਲਓ ਗੋਲੇ A ਤੇ ਮੂਲ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਗੋਲੇ B ਤੇ ਮੂਲ ਚਾਰਜ q' ਹੈ। ਦੋਨੋਂ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ r ਤੇ, ਹਰੇਕ ਤੇ ਲਗੇ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq'}{r^2}$$

ਇਥੇ r ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਗੋਲੇ A ਅਤੇ B ਦੇ ਸਾਈਜ ਨਿਗੁਣੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਸਮਾਣ ਅਣਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਾ C ਗੋਲੇ A ਨੂੰ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ A ਅਤੇ C ਤੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮੁੜ ਵਿਤਰਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਮਮਿਤੀ ਦੁਆਰਾ ਹਰੇਕ ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਾਰਜ $q/2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ B ਅਤੇ D ਦੇ ਸਪਰਸ਼ ਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹਨਾਂ ਹਰੇਕ ਦੇ ਮੁੜ ਵਿਤਰਿਤ ਚਾਰਜ $q'/2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ ਜੇ A ਅਤੇ B ਦੀ ਦੂਰੀ ਅੱਧੀ ਰਹਿ ਜਾਵੇ ਤਾ ਹਰੇਕ ਦਾ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ

$$F' = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(q/2)(q'/2)}{(r/2)^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(qq')}{r^2} = F$$

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ B ਦੇ ਕਾਰਨ A ਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

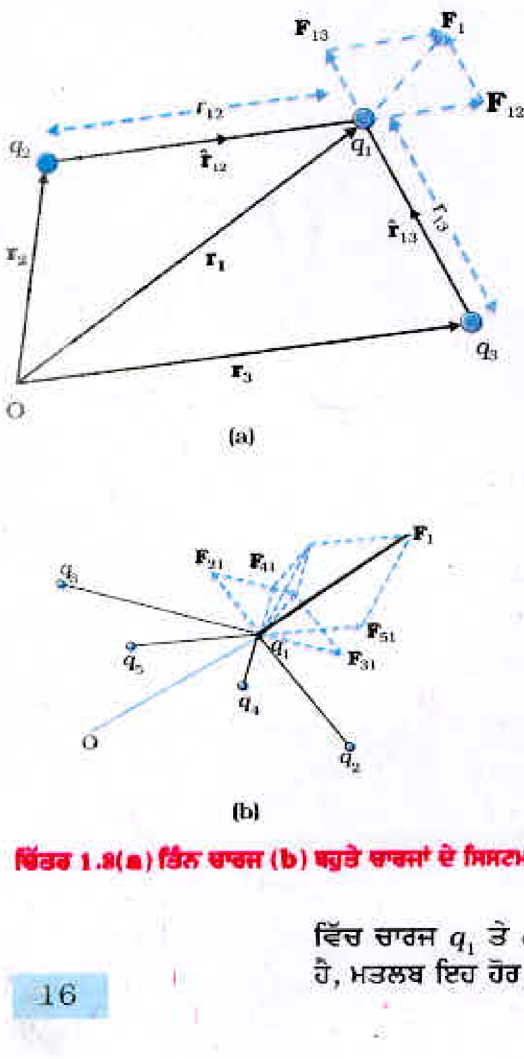
1.7 ਬਹੁਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਲ

FORCES BETWEEN MULTIPLE CHARGES

ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪਰਸਪਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਕੂਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗਦੇ ਬਲ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਿਵੇਂ ਕਰੀਏ, ਜਿਥੇ ਉਸਦੇ ਨੇੜੇ ਇਕ ਚਾਰਜ ਨਾ ਹੋਕੇ ਉਸਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾਂ ਨੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸਿਆਂ ਤੋਂ ਘੇਰਿਆ ਹੋਵੇ? ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿਚ ਸਥਿਤ n ਸਥਿਰ ਚਾਰਜਾਂ $q_1, q_2, q_3, \ldots, q_n$ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। q_1 ਤੇ $q_2, q_3, \ldots, q_n$ ਕਾਰਨ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਲਗਦਾ ਹੈ? ਇਸਦਾ ਉੱਤਰ ਦੇਣ ਲਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਕਾਫ਼ੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਯਾਦ ਕਰੋ, ਯੰਤਰਿਕ ਮੂਲ ਦੇ ਬਲਾਂ ਦਾ ਸੰਯੋਜਨ ਵੈਕਟਰਾਂ ਦੇ ਸੰਯੋਜਨ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਚਤੁਰਭੁਜ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਇਹੀ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਮੂਲ ਦੇ ਬਲਾ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ?

ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਹ ਸੱਚ ਸਾਬਿਤ ਹੋ ਚੁਕਿਆ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਕਈ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ ਉਸ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲੱਗੇ ਉਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਬਲਾਂ ਦੇ ਵੈਕਟਰ ਯੋਗ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇਹਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਇਸ ਚਾਰਜ ਤੇ ਇੱਕ-ਇੱਕ ਕਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਇਕ ਚਾਰਜ ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਵਿਸ਼ਿਸਟ ਬਲ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਦੇ ਕਾਰਣ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸਨੂੰ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ (Principle of Superposition) ਆਖਦੇ ਹਨ।

ਇਸ ਅਵਧਾਰਨਾ ਨੂੰ ਭਲੀ ਭਾਂਤੀ ਸਮਝਣ ਲਈ ਤਿੰਨ ਚਾਰਜ q_1, q_2 ਅਤੇ q_3 ਦੇ ਸਿਸਟਮ, ਜਿਸਨੂੰ ਚਿੱਤਰ 1.8(a) ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਕਿਸੇ ਇਕ ਚਾਰਜ, ਜਿਵੇਂ q_1 ਤੇ ਹੋਰ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ q_2 ਅਤੇ q_3 ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ ਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਹਰੇਕ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਲਗੇ ਬਲਾਂ ਦਾ ਵੈਕਟਰ ਜੋੜ ਕਰਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਜੇ q_2 ਦੇ ਕਾਰਣ q_1 ਤੇ ਬਲ ਨੂੰ $\mathbf{F}_{12}$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ, $\mathbf{F}_{12}$ ਸਮੀਕਰਨ (1.3) ਦੁਆਰਾ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਉਪਸਿਥਿਤੀ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ :



ਚਿੱਤਰ 1.8(a) ਤਿੰਨ ਚਾਰਜ (b) ਬਹੁਤੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ

$$\mathbf{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}\hat{\mathbf{r}}_{12}$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ q_3 ਦੇ ਕਾਰਨ q_1 ਤੇ ਲਗਿਆ ਕੂਲਮ ਬਲ ਜਿਸਨੂੰ $\mathbf{F}_{13}$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ

$$\mathbf{F}_{13} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q q_3}{r_{13}^2}\hat{\mathbf{r}}_{13}$$

ਇਹ ਵੀ q_3 ਦੇ ਕਾਰਨ q_1 ਤੇ ਲਗਿਆ ਕੂਲਮ ਬਲ ਹੀ ਹੈ ਜਦਕਿ ਹੋਰ ਚਾਰਜ q_2 ਉਪਸਥਿਤ ਹਨ।

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ q_1 ਤੇ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ q_2 ਅਤੇ q_3 ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੁੱਲ ਬਲ $\mathbf{F}_1$ ਹੈ।

$$\mathbf{F}_1 = \mathbf{F}_{12} + \mathbf{F}_{13} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}\hat{\mathbf{r}}_{12} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q q_3}{r_{13}^2}\hat{\mathbf{r}}_{13} \quad (1.4)$$

ਚਿੱਤਰ 1.8(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਤਿੰਨ ਤੋਂ ਜ਼ਿਆਦਾ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਲਈ ਉਪਰੋਕਤ ਪਰਿਕਲਨ ਦਾ ਵਿਆਪੀਕਰਨ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਅਨੁਸਾਰ $q_1, q_2, \ldots, q_n$ ਦੇ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ q_1 ਤੇ q_2 ਦੁਆਰਾ ਲੱਗਿਆ ਬਲ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਲੱਗੇ ਬਲ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਮਤਲਬ ਇਹ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ $q_3, q_4, \ldots, q_n$ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਚਾਰਜ

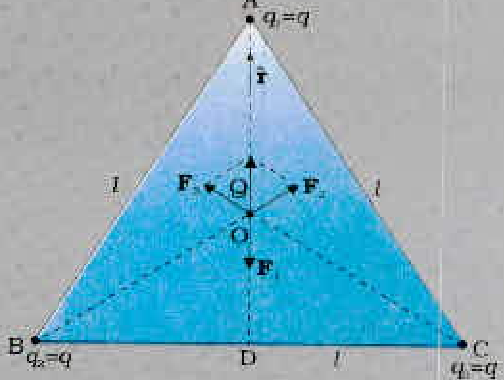
q_1 ਤੇ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੁਆਰਾ ਲੱਗਿਆ ਕੁੱਲ ਬਲ $\mathbf{F}_1$ ਤੱਦ $\mathbf{F}_{12}$, $\mathbf{F}_{13}$, ... $\mathbf{F}_{1n}$ ਦਾ ਵੈਕਟਰ ਜੋਗ ਹੋਵੇਗਾ ਇਸਲਈ

$$\mathbf{F}_1 = \mathbf{F}_{12} + \mathbf{F}_{13} + \ldots + \mathbf{F}_{1n} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}\hat{\mathbf{r}}_{12} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2}\hat{\mathbf{r}}_{13} + \ldots + \frac{q_1 q_n}{r_{1n}^2}\hat{\mathbf{r}}_{1n}\right]$$

$$= \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=2}^{n}\frac{q_i}{r_{1i}^2}\hat{\mathbf{r}}_{1i} \qquad (1.5)$$

ਵੈਕਟਰ ਜੋੜ, ਵੈਕਟਰ ਜੋੜ ਦੀ ਸਮਾਂਤਰ ਚਤੁਰਭੁਜ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਾਰੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਇੱਕ ਨਤੀਜਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.6 — ਤਿੰਨ ਚਾਰਜਾਂ, q_1, q_2, q_3 ਦੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਜਿਸ ਵਿਚ ਹਰੇਕ q ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ l ਭੁਜਾ ਵਾਲੇ ਸਮ ਤ੍ਰਿਭੁਜ ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ਾ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਨ। ਤ੍ਰਿਭੁਜ ਦੇ ਕੇਂਦਕ (centroid) ਤੇ ਚਿਤਰ 1.9 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ Q (ਜੋ q ਦਾ ਸਮਜਾਤੀ ਹੈ) ਤੇ ਕਿੰਨਾ ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਲ ਲਗ ਰਿਹਾ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 1.9

ਹੱਲ— ਦਿੱਤੇ ਗਏ l ਭੁਜਾ ਦੇ ਸਮਤ੍ਰਿਭੁਜ ABC ਵਿਚ ਜੇ ਅਸੀਂ ਭੁਜਾ BC ਤੇ AD ਲੰਬ ਖਿੱਚੀਏ ਤਾਂ AD = AC cos 30° = $(\sqrt{3}/2)$ l ਅਤੇ A ਦੀ ਕੇਂਦਰਕ ਤੋਂ ਦੂਰੀ AD = $(1/\sqrt{3})$ l ਸਮਮਿਤੀ ਨਾਲ AO = BO = CO

A ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ Q ਤੇ ਬਲ, $\mathbf{F}_1 = \dfrac{3}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Qq}{l^2}$ AO ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ

B ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ Q ਤੇ ਬਲ, $\mathbf{F}_2 = \dfrac{3}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Qq}{l^2}$ BO ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ

C ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ Q ਤੇ ਬਲ, $\mathbf{F}_3 = \dfrac{3}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Qq}{l^2}$ CO ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ

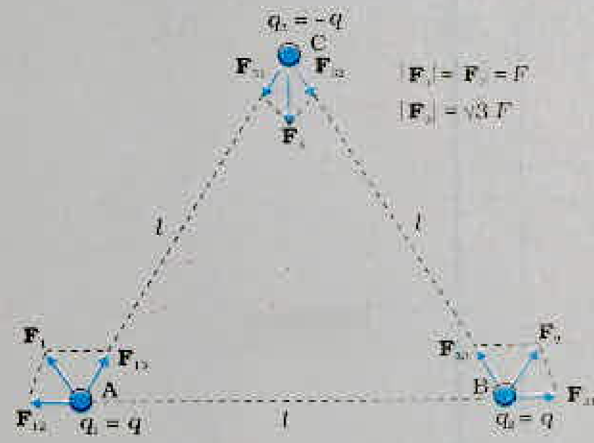
ਬਲਾਂ $\mathbf{F}_2$ ਅਤੇ $\mathbf{F}_3$ ਦਾ ਪਰਿਣਾਮੀ ਸਮਾਂਤਰ ਚਤੁਰਭੁਜ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ $\dfrac{3}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Qq}{l^2}$, OA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ।

ਇਸਲਈ, Q ਤੇ ਕੁਲ ਬਲ $= \dfrac{3}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{Qq}{l^2}(\hat{\mathbf{r}} - \hat{\mathbf{r}}) = 0$, ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}}$, OA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ (unit vector) ਹੈ।

ਸਮਮਿਤੀ ਦੁਆਰਾ ਵੀ ਇਹ ਸਪਸ਼ਟ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਤਿੰਨਾ ਦਾ ਯੋਗ ਸਿਫਰ ਹੋਵੇਗਾ।

ਮੰਨ ਲਓ ਕੁੱਲ ਬਲ ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਸੀ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਸੀ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ ਕੀ ਹੋਇਆ ਹੁੰਦਾ ਜੇ ਇੱਸ ਸਿਸਟਮ ਨੂੰ O ਦੇ ਦੁਆਲੇ 60° ਤੇ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾਂਦਾ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.7— ਚਿੱਤਰ 1.10 ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਸਮ ਤ੍ਰਿਭੁਜ ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜਾਂ, q, q, ਅਤੇ q ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਹਰੇਕ ਚਾਰਜ ਤੇ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਲਗ ਰਿਹਾ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 1.10

ਹੱਲ— ਚਿੱਤਰ 1.10 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ, A ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਹੋਰ ਚਾਰਜ ਜਿਵੇਂ B ਤੇ ਸਥਿਤ q ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ $\mathbf{F}_{12}$ BA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ C ਤੇ ਸਥਿਤ $-q$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ $\mathbf{F}_{13}$ AC ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਸਮਾਂਤਰ ਚਤੁਰਭੁਜ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ A ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਲ $\mathbf{F}_1$ ਹੈ।

$\mathbf{F}_1 = F\,\hat{\mathbf{r}}_1$ ਵਿਖੇ $\hat{\mathbf{r}}_1$ BC ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ। ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਹਰੇਕ ਜੋੜੇ ਲਈ ਅਕਰਸ਼ਣ ਅਤੇ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲਾਂ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $\mathbf{F}$ ਸਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ $F = \dfrac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 l^2}$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ B ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਲ $\mathbf{F}_2 = F\,\hat{\mathbf{r}}_2$ ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}}_2$ AC ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ।

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, C ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਲ $\mathbf{F}_3 = \sqrt{3}\,F\,\hat{\mathbf{n}}$ ਹੈ। ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਜਿਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ∠BCA ਨੂੰ ਸਮਦੁਭਾਜਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਰੋਚਕ ਗੱਲ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਤਿੰਨਾ ਚਾਰਜਾਂ ਤੇ ਲਗ ਰਹੇ ਬਲਾਂ ਦਾ ਯੋਗ ਸਿਫਰ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 = 0$

ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਹੈਰਾਨ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਅਨੁਸਰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਤੀਜੇ ਗਤੀ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਿਚਕਾਰ ਤਾਲਮੇਲ ਹੈ। ਇਸ ਕਥਨ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਤੁਹਾਡੇ ਅਭਿਆਸ ਲਈ ਛੱਡੀ ਜਾ ਰਹੀ ਹੈ।

1.8 ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (Electric Field)

ਮੰਨ ਲਓ ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਇਕ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ Q ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ O ਤੇ ਰਖਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਜੇ ਇੱਕ ਹੋਰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਜਾਵੇ ਜਿਥੇ $\mathbf{OP} = \mathbf{r}$ ਹੈ, ਤਾਂ ਚਾਰਜ Q, q ਤੇ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ ਬਲ ਲਗਾਏਗਾ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਪੁੱਛ ਸਕਦੇ ਹਾਂ : ਜੇ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਹਟਾ ਲਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ Q ਦੇ ਪਰਿਵੇਸ਼ ਵਿੱਚ ਕਿ ਬਚੇਗਾ? ਕੀ ਕੁਝ ਵੀ ਨਹੀਂ ਬਚੇਗਾ। ਜੇ ਇੰਝ ਹੈ ਤਾਂ P ਤੇ ਚਾਰਜ q ਰੱਖਣ ਤੇ ਇਸ ਤੇ ਬਲ ਕਿਵੇਂ ਲਗਦਾ ਹੈ? ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦੇਣ ਲਈ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਨੇ ਖੇਤਰ (field) ਦੀ ਅਵਧਾਰਣਾ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕੀਤੀ। ਇਸਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਚਾਰਜ Q ਆਪਣੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇਸ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਹੋਰ ਚਾਰਜ q ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦਾ ਖੇਤਰ ਇਸ ਤੇ ਬਲ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ।
ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ $\mathbf{r}$ ਤੇ ਚਾਰਜ Q ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{\mathbf{r}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{\mathbf{r}} \qquad (1.6)$$

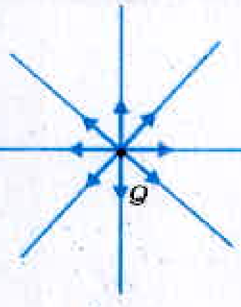
ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}} = \mathbf{r}/r$ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ O ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ P ਤੱਕ ਦਾ ਇਕਾਈ ਵੇਕਟਰ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (1.6) ਸਥਿਤੀ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{r}$ ਦੇ ਹਰੇਕ ਮਾਨ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸੰਗਤ ਮਾਨ ਦਸਦੀ ਹੈ। ਸ਼ਬਦ 'ਖੇਤਰ' ਇਹ ਦਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਵੇਂ ਕੋਈ ਵਿਪਰੀਤ ਰਾਸ਼ੀ (ਜੋ ਸੱਕੇਲਰ ਜਾਂ ਵੈਕਟਰ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ) ਸਥਿਤੀ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਬਿਲਜਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਅਸਤਿਤਵ ਵਿੱਚ ਸਮਾਵਿਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਚਾਰਜ Q ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਲਗਾਇਆ ਬਲ $\mathbf{F}$ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

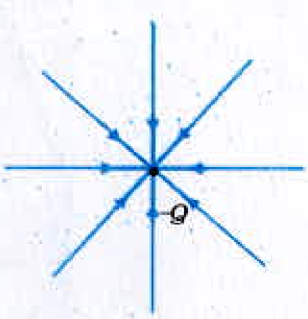
$$\mathbf{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qq}{r^2}\hat{\mathbf{r}} \tag{1.7}$$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਚਾਰਜ q ਵੀ ਚਾਰਜ Q ਤੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਵਿਪਰੀਤ ਬਲ ਲਗਾਉਂਦਾ ਹੈ। Q ਅਤੇ q ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ Q ਦੇ ਬਿਜਲ ਖੇਤਰ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਪਰਸਪਰ ਕਿਰਿਆ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਜੇ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{r}$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਇਹ q ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਇਕ ਬਲ $\mathbf{F}$ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{F}$ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

$$\mathbf{F}(\mathbf{r}) = q\,\mathbf{E}(\mathbf{r}) \tag{1.8}$$

ਸਮੀਕਰਨ (1.8) ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ SI ਇਕਾਈ ਨੂੰ N/C* ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਕੁਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਟਿੱਪਣੀਆਂ ਕੀਤੀਆ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ :





ਚਿੱਤਰ 1.11(a)
(a) ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (b) ਚਾਰਜ Q ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

(i) ਸਮੀਕਰਨ (1.8) ਤੋਂ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ ਜੇ q ਇਕਾਈ ਹੈ ਤਾਂ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਆਂਕਿਕ ਮਾਣ ਇਸ ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਏ ਬਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ— ਸਥਾਨ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਉਸ ਬਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਕੋਈ ਇਕਾਈ ਧਨਚਾਰਜ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖੇ ਜਾਣ ਤੇ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਉਹ ਚਾਰਜ Q ਜੋ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ਸ੍ਰੋਤ ਚਾਰਜ (source charge) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚਾਰਜ q ਜੋ ਸ੍ਰੋਤ ਚਾਰਜ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਨੂੰ ਮਹਿਸੂਸ ਕਰਦਾ ਹੈ ਨੂੰ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ (test charge) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਸ੍ਰੋਤ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਮੂਲ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਹੀ ਰਹਿਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਪਰ, ਜੇ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ Q ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਕਿਤੇ ਲਿਆਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ Q ਆਪ ਵੀ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਨ ਲਈ ਪ੍ਰਤਿਬੱਧ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿਚ ਗਤੀ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਇਸ ਤੋਂ ਮੁਕਤੀ ਦਾ ਕੇਵਲ ਇੱਕ ਹੀ ਉਪਾਅ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ q ਨੂੰ Q ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਕਾਫ਼ੀ ਛੋਟਾ ਬਣਾ ਦਇਏ, ਤਾਂ ਬਲ $\mathbf{F}$ ਵੀ ਕਾਫ਼ੀ ਛੋਟਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਅਨੁਪਾਤ $\mathbf{F}/q$ ਇਕ ਸੀਮਿਤ ਰਾਸ਼ੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ—

$$\mathbf{E} = \lim_{q\to 0}\left(\frac{\mathbf{F}}{q}\right) \tag{1.9}$$

ਇਸ ਸਮਸਿਆ (ਚਾਰਜ Q ਨੂੰ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਕਾਰਨ ਅਸ਼ਾਂਤ ਨਾ ਹੋਣ ਦੇਣਾ) ਤੋਂ ਮੁਕਤੀ ਦਾ ਇਕ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਉਪਾਅ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਚਾਰਜ Q ਦੀ ਕਿਸੇ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤ ਬਲਾਂ ਦੁਆਰਾ ਉਹੀ ਸਥਿਤੀ ਬਣਾਈ ਰਖੀ ਜਾਵੇ। ਇਹ ਅਜੀਬ ਪ੍ਰਤੀਤ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਵਿਵਹਾਰ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦ ਅਸੀਂ ਚਾਰਜਿਤ ਸਮਤਲ ਸ਼ੀਟ ਜਾਂ ਚਾਦਰ (Charged Planar Sheet) ਦੇ ਕਾਰਨ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ (ਅਨੁਲਾਗ 1.15), ਤਦ ਸ਼ੀਟ ਤੇ ਚਾਰਜ, ਸ਼ੀਟ ਦੇ ਅੰਤਰ ਅਨਿਸ਼ਚਿਤ ਚਾਰਜਿਤ ਸੰਘਟਕਾ ਦੁਆਰਾ ਲੱਗੇ ਬਲਾਂ ਕਾਰਨ ਆਪਣੀ ਉਹੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹੀ ਬਣੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ।

* ਅਗਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਹੋਰ ਵੈਕਲਪਿਕ ਇਕਾਈ V/m ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇਗਾ।

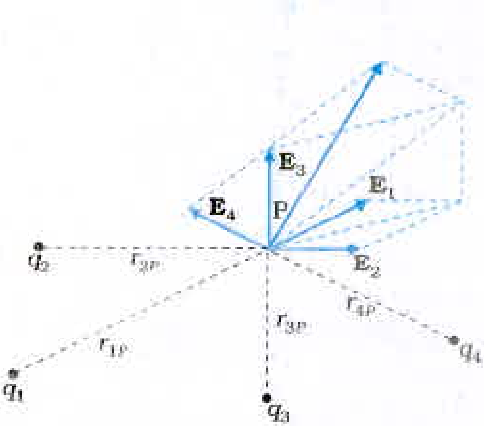
(ii) ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਭਾਵੇ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਅਤੇ ਇਹ q ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਣ ਹੈ ਕਿ ਬਲ **F** ਚਾਰਜ q ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਨੁਪਾਤ $\mathbf{F}/q$ ਚਾਰਜ q ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ। Q ਦੇ ਕਾਰਣ q ਤੇ ਬਲ ਚਾਰਜ q ਦੀ ਕਿਸੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ Q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਨਿਰਦੇਸ਼ਾਂਕ ਸਥਾਨ **r** ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਸਾਰੇ ਸਥਾਨ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਵੱਖ ਮਾਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਸਤਿਤਵ ਤ੍ਰੀਆਯਾਮੀ ਸਥਾਨ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iii) ਧਨਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵੱਲ (radially outwards) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਵਿਪਰੀਤ ਜੇ ਸ੍ਰੋਤ ਚਾਰਜ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ, ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਅੰਦਰ ਵੱਲ (radially inwards) ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(iv) ਕਿਉਂਕਿ ਚਾਰਜ Q ਦੇ ਕਾਰਣ ਆਵੇਸ਼ q ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਲ **F** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੇਵਲ ਚਾਰਜ Q ਤੋਂ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਵੀ ਸਿਰਫ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਾਂ, ਚਾਰਜ Q ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਕਿਸੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਣ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਉਸਦੇ ਪਰਿਪੇਖ ਦੇ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿਚ, ਇਹ ਖੇਤਰ ਦੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਮਮਿਤੀ (spherical symmetry) ਹੈ।

1.8.1 ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (Electric field due to a system of charges)

ਆਓ, q_1, q_2, ..., q_n ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਇੱਕ ਸਿਸਟਮ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ O ਦੇ ਸਾਪੇਖੀ ਸਥਿਤੀ ਵੈਕਟਰ ਕ੍ਰਮਵਾਰ : $\mathbf{r}_1$, $\mathbf{r}_2$, ..., $\mathbf{r}_n$ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਇਕੱਲੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਾਨ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖੇ ਕਿਸੇ ਇਕਾਈ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੁਆਰਾ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ q_1, q_2, ..., q_n ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਮੂਲ ਸਥਿਤੀਆਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਬਿੰਦੂ P ਜਿਸਨੂੰ ਸਥਿਤੀ ਵੈਕਟਰ **r** ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਦੇ ਸਿਧਾਂਤ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।



ਚਿੱਤਰ 1.12 ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਵੈਕਟਰ ਜੋੜ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$\mathbf{r}_1$ ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q_1 ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਿਤੀ **r** ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_1$ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

$$\mathbf{E}_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{1P}^2}\hat{\mathbf{r}}_{1P}$$

ਇਥੇ ਚਾਰਜ q_1 ਤੋਂ P ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਅਤੇ r_{1P} ਚਾਰਜ q_1 ਅਤੇ P ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ $\mathbf{r}_2$ ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q_2 ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਥਿਤੀ **r** ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_2$ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

$$\mathbf{E}_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_{2P}^2}\hat{\mathbf{r}}_{2P}$$

ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}}_{2P}$ ਚਾਰਜ q_2 ਤੋਂ P ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਇਕਾਈ ਸਦਿਸ਼ ਹੈ ਅਤੇ r_{2P} ਚਾਰਜ q_2 ਅਤੇ P ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਇਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਵਿਅੰਜਕ q_3, q_4, ..., q_n ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ $\mathbf{E}_3$, $\mathbf{E}_4$, ..., $\mathbf{E}_n$ ਲਿਖੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਸੁਪਰਪੋਜੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਨ **r** ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (ਚਿੱਤਰ 1.12 ਵਿਚ ਦਰਸਾਏ

ਅਨੁਸਾਰ) ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ—

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \mathbf{E}_1(\mathbf{r}) + \mathbf{E}_2(\mathbf{r}) + \ldots + \mathbf{E}_n(\mathbf{r})$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{1P}^2}\hat{\mathbf{r}}_{1P} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_{2P}^2}\hat{\mathbf{r}}_{2P} + \ldots + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_n}{r_{nP}^2}\hat{\mathbf{r}}_{nP}$$

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_{iP}^2}\hat{\mathbf{r}}_{iP} \quad (1.10)$$

E ਇੱਕ ਵੈਕਟਰ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਮੁੱਲ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਜਾਣ ਤੇ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਸ੍ਰੋਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤੀਆਂ ਤੋਂ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

1.8.2 ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਭੌਤਿਕ-ਮਹੱਤਤਾ (Physical significance of electric field)

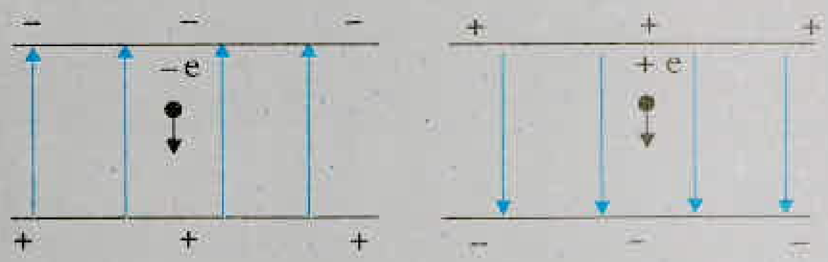
ਤੁਹਾਨੂੰ ਹੈਰਾਨੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ਕਿ ਸਾਨੂੰ ਇੱਥੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਤੋਂ ਪਰਿਚਿਤ ਕਿਉਂ ਕਰਵਾਇਆ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਵੈਸੇ ਵੀ, ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਲਈ ਮਾਪਣ ਯੋਗ ਰਾਸ਼ੀ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗਿਆ ਬਲ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ੀਸਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ (ਸਮੀਕਰਣ 1.5) ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨਾਮ ਦੀ ਇਸ ਮੱਧਵਰਤੀ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਕਿਉ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ?

ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਦੇ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਸੌਖੀ ਤੇ ਹੈ ਪਰ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਵਾਤਾਵਰਣ ਨੂੰ ਵਧੀਆ ਤਰੀਕੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਦਾ ਉਪਾਅ ਹੈ। ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਕੋਈ ਇਕਾਈ ਧਨਾਤਮਕ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਰੱਖੀਏ ਤਾਂ ਉਹ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਅਨੁਭਵ ਕਰੇਗਾ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੀ ਇਕ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਣ ਲਈ ਆਪ ਦੁਆਰਾ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰੱਖੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਟੈਸਟ ਚਾਰਜ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਭੌਤਿਕੀ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਸ਼ਬਦ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਉਸ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜੋ ਸਥਾਨ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕੇ ਅਤੇ ਇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੋਵੇ। ਕਿਉਂਕੀ ਬਲ ਇਕ ਵੈਕਟਰ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਖੇਤਰ ਇਕ ਵੈਕਟਰ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ।

ਪਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਦੀ ਅਸਲ ਭੌਤਿਕ ਸਾਰਥਕਤਾ ਤਦ ਪ੍ਰਕਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੇ, ਸਮੇਂ ਨਿਰਭਰ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕੀ ਪਰਿਵਘਟਨਾਵਾਂ ਨਾਲ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਗਤੀ ਨਾਲ ਗਤੀਮਾਨ ਦੋ ਦੂਰ ਪਏ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗੇ ਬੱਲ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਹੁਣ, ਉਹ ਅਧਿਕਤਮ ਚਾਲ ਜਿਸ ਨਾਲ ਕੋਈ ਸੰਕੇਤ ਜਾਂ ਸੂਚਨਾ ਇਕ ਸਥਾਨ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਸਥਾਨ ਤਕ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਉਹ ਪਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ c ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ q_2 ਤੇ q_1 ਦੀ ਕਿਸੇ ਗਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਉਸੇ ਸਮੇਂ ਪੈਦਾ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ। ਕਾਰਨ (q_1ਦੀ ਗਤੀ) ਅਤੇ ਪ੍ਰਭਾਵ (q_2 ਤੇ ਬਲ) ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੁਝ ਨਾ ਕੁਝ ਕਾਲ ਦਾ ਵਿਲੰਬ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਥੇ ਹੀ ਸਾਰਥਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ (ਸਹੀ ਅਰਥਾਂ ਵਿਚ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ) ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਸੁਭਾਵਿਕ ਅਤੇ ਬੜੀ ਉਪਯੋਗੀ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਦਾ ਚਿੱਤਰਣ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੈ— ਚਾਰਜ q_1 ਦੀ ਪ੍ਰਵੇਗਿਤ ਗਤੀ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਤਰੰਗਾਂ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ ਦੀ ਚਾਲ ਨਾਲ ਫੈਲਕੇ q_2 ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਦੀ ਹੈ ਅਤੇ q_2 ਤੇ ਬਲ ਲਗਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਕਾਲ ਵਿਲੰਬ ਦਾ ਸੁਚਾਰੂ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਤਰਾਂ, ਬੇਸ਼ਕ ਬਿਜਲਈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲਾਂ ਦੀ ਡਿਟੈਕਸ਼ਨ (detection) ਸਿਰਫ ਚਾਰਜਾਂ ਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ (ਬਲਾਂ) ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਭੌਤਿਕ ਸਚ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਇਹ ਸਿਰਫ ਗਣਿਤਕ ਰਚਨਾਵਾਂ ਹੀ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੀ ਆਪਣੀ ਵੱਖ ਸੁਤੰਤਰ ਗਤਿਕੀ (independent dynamics) ਹੈ, ਯਾਨਿ ਕਿ ਇਹ ਆਪਣੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਵਿਕਸਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਊਰਜਾ ਦਾ ਪਰਿਵਹਨ ਵੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਾਲ-ਆਸ਼ਰਿਤ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦਾ ਕੋਈ ਸ੍ਰੋਤ ਜਿਸਨੂੰ ਸੰਖੇਪ ਵਿਚ ਖੋਲਿਆ ਅਤੇ ਬੰਦ

ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਊਰਜਾ ਪਰਿਵਹਿਨ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਪਿੱਛੇ ਛੱਡ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਫੈਰਾਡੇ ਨੇ ਪੇਸ਼ ਕੀਤੀ ਸੀ ਜੋ ਕਿ ਭੌਤਿਕੀ ਦੀ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਅਵਧਾਰਣਾਵਾਂ ਵਿਚ ਸਥਾਨ ਰੱਖਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.8— ਕੋਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ 2.0×10^{4} N C^{-1} ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਇੱਕ-ਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿਚ 1.5 cm ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਡਿਗਦਾ ਹੈ। [ਚਿੱਤਰ 1.13(a)] ।ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਮਾਨ ਰਖਦੇ ਹੋਏ ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਪਲਟ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਹੁਣ ਕੋਈ ਹੋਰ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਇਸ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਉੱਨੀ ਹੀ ਦੂਰੀ ਤੱਕ ਡਿਗਦਾ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ (1.13(b)] ਦੋਵੇ ਕੇਸਾਂ ਵਿਚ ਡਿੱਗਨ ਵਿਚ ਲੱਗੇ ਸਮੇਂ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ। ਇਸ ਪਰਿਸਥਿਤੀ ਦੀ ਗੁਰੂਤਾ ਦੇ ਅਧੀਨ ਮੁਕਤ ਪਤਨ (free fall under gravity) ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ।



(a) (b)

ਚਿੱਤਰ 1.13

ਹੱਲ— ਚਿੱਤਰ 1.13(a) ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉੱਪਰ ਵੱਲ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਰਿਣਾਵੇਸ਼ਿਤ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ eE ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਥੱਲੇ ਵਲ ਦਾ ਬਲ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇਥੇ E, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ

$$a_e = eE/m_e$$

ਇੱਥੇ m_e ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ।

ਵਿਰਾਮ ਅਵਸਥਾ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰਕੇ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਮੁਕਤ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦੂਰੀ h ਤੱਕ ਡਿੱਗਨ ਵਿਚ ਲੱਗਿਆ

ਸਮਾਂ $t_e = \sqrt{\dfrac{2h}{a_e}} = \sqrt{\dfrac{2hm_e}{eE}}$

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg.

$E = 2.0 \times 10^{4}$ N/C^{-1}, $h = 1.5 \times 10^{-2}$ m

$t_e = 2.9 \times 10^{-9}$ s

ਚਿੱਤਰ 1.13(b) ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਥੱਲੇ ਵਲ ਨੂੰ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਧਨ-ਚਾਰਜਿਤ ਪ੍ਰੋਟਾਨ eE ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਹੇਠਾਂ ਵਲ ਨੂੰ ਬਲ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ

$$a_p = eE/m_p$$

ਇਥੇ m_p ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪੁੰਜ ਹੈ $m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦੁਆਰਾ ਡਿਗਨ ਵਿਚ

ਲਗਿਆ ਸਮਾਂ $t_p = \sqrt{\dfrac{2h}{a_p}} = \sqrt{\dfrac{2hm_p}{eE}} = 1.3 \;\; 10^{-7}$ s

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਡਿਗਨ ਤੇ ਭਾਰੀ ਕਣ (ਪ੍ਰੋਟਾਨ) ਅਧਿਕ ਸਮਾਂ ਲੈਂਦਾ ਹੈ। ਗੁਰੂਤਾ ਦੇ ਅਧੀਨ ਮੁਕਤ ਪਤਨ, ਅਤੇ ਇਸ ਪਤਨ ਵਿੱਚ ਏਹੀ ਮੂਲ ਵਿਸ਼ਮਤਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕੀ ਗੁਰੂਤਾ ਦੇ ਅਧੀਨ ਪਤਨ ਵਿਚ ਸਮਾਂ ਵਸਤੂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਪਤਨ ਦਾ ਸਮਾਂ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਗੁਰੂਤਵੀ ਪ੍ਰਵੇਗ ਨੂੰ ਨਿਗੁਣਾ ਮੰਨਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਵੇਖਣ ਲਈ ਕਿ ਇਹ ਸਹੀ ਹੈ, ਆਓ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ—

ਉਦਾਹਰਣ 1.8

$$a_p = \frac{eE}{m_p}$$

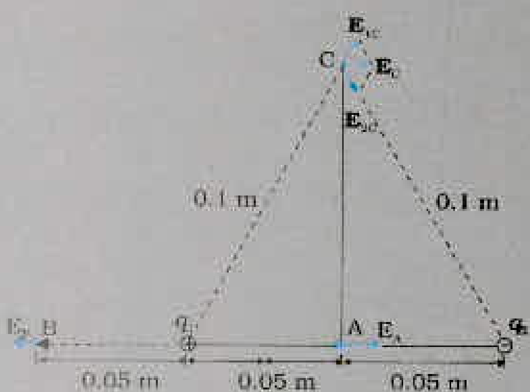
$$= \frac{(1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}) \times (2.0 \times 10^{4}\ \mathrm{N\,C^{-1}})}{1.67 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}}$$

$$= 1.9 \times 10^{12}\ \mathrm{m\,s^{-2}}$$

ਇਹ ਪ੍ਰਵੇਗ, ਗੁਰੂਤਵੀ ਪ੍ਰਵੇਗ ($9.8\ \mathrm{m\,s^{-2}}$) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਾਫ਼ੀ ਅਧਿਕ ਹੈ। ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ ਤਾਂ ਇਸ ਪ੍ਰਵੇਗ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਗੁਰੂਤਵੀ ਪ੍ਰਵੇਗ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਨਜ਼ਰਅੰਦਾਜ਼ੀ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਣ 1.9

ਉਦਾਹਰਨ 1.9 ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q_1 ਅਤੇ q_2 ਜਿਹਨਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਕ੍ਰਮਵਾਰ : $+10^{-8}$ C ਅਤੇ -10^{-8} C ਹੈ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ 0.1 m ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਹਨ। ਚਿਤਰ 1.14 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਬਿੰਦੂਆਂ A, B ਅਤੇ C ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰੋ।



ਚਿਤਰ 1.14

ਹੱਲ— ਧਨਚਾਰਜ q_1 ਦੇ ਕਾਰਨ A ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{E}_{1A}$ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ

ਪਰਿਮਾਣ $E_{1A} = \dfrac{(9 \times 10^{9}\,\mathrm{Nm^2C^{-2}})\ (10^{-8}\,\mathrm{C})}{(0.05\,\mathrm{m})^2} = 3.6 \times 10^{4}\ \mathrm{N\,C^{-1}}$ ਹੈ।

ਰਿਣ ਚਾਰਜ q_2 ਦੇ ਕਾਰਨ A ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_{2A}$ ਵੀ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਵੀ $\mathbf{E}_{1A}$ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ A ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_A$ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$E_A = E_{1A} + E_{2A} = 7.2 \times 10^{4}\ \mathrm{NC^{-1}}$ (ਇਹ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹਨ)

ਧਨਚਾਰਜ q_1 ਦੇ ਕਾਰਨ B ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$E_{1A} = \frac{(9 \times 10^{9}\,\mathrm{Nm^2C^{-2}}) \times (10^{-8}\,\mathrm{C})}{(0.05\,\mathrm{m})^2} = 3.6 \times 10^{4}\ \mathrm{N\,C^{-1}}$$

ਰਿਣ ਚਾਰਜ q_2 ਦੇ ਕਾਰਨ B ਤੇ ਬਿਜਲ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{E}_{2B}$ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$E_{2B} = \frac{(9 \times 10^{9}\,\mathrm{Nm^2C^{-2}}) \times (10^{-8}\,\mathrm{C})}{(0.15\,\mathrm{m})^2} = 4 \times 10^{3}\ \mathrm{N\,C^{-1}}$$

ਉਦਾਹਰਣ 1.9

B ਤੇ ਕੁਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$E_B = E_{1B} - E_{2B} = 3.2 \times 10^4$ N C^{-1} (ਇਹ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਵਲ ਹੈ)

q_1 ਅਤੇ q_2 ਵਿੱਚੋਂ ਹਰੇਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿੰਦੂ C ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਮਾਨ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$E_{1C} = E_{2C} = \frac{(9\times10^9\,\text{Nm}^2\text{C}^{-2})\times(10^{-8}\,\text{C})}{(0.10\text{m})^2} = 9\times10^3\ \text{N C}^{-1}$$

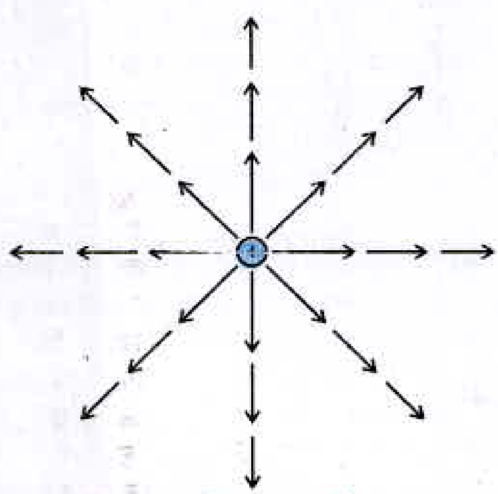
ਇਹਨਾਂ ਦੋਨਾਂ ਸਦਿਸ਼ਾਂ ਦੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਚਿੱਤਰ 1.14 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ ਇਹਨਾਂ ਦੋ ਵੈਕਟਰਾਂ ਦੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਸਦਿਸ਼ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$E_C = E_1 \cos\frac{\pi}{3} + E_2 \cos\frac{\pi}{3} = 9\times10^3\ \text{N C}^{-1}$$

E_C ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ।

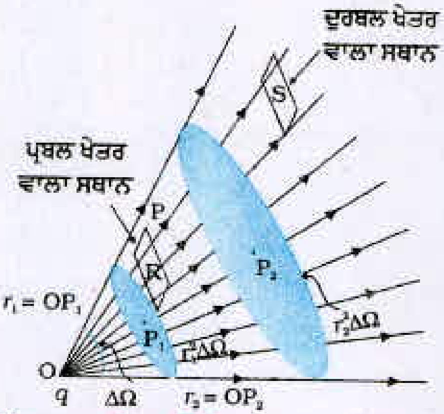
1.9 ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ (ELECTRIC FIELD LINES)

ਪਿਛਲੇ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਧਿਅਨ ਕੀਤਾ। ਇਹ ਇੱਕ ਵੈਕਟਰ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਵੈਕਟਰਾਂ ਦੀ ਭਾਂਤੀ ਹੀ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਾਂ। ਆਓ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ **E** ਨੂੰ ਚਿਤਰਾਤਮਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰੀਏ। ਮੰਨ ਲਓ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ। ਹਰੇਕਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ ਦੀ ਅਨੁਪਾਤਕ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਵੈਕਟਰ ਖਿੱਚੋ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤ ਰਾਹੀਂ ਘਟਦਾ ਹੈ, ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਣ ਤੇ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਲਗਾਤਾਰ ਘੱਟਦੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਬਾਹਰ ਵੱਲ (radially outwards) ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.15 ਇਸ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਸ ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਹਰੇਕ ਤੀਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਜਾਂ ਉਸ ਤੀਰ ਦੀ ਪੂਛ ਤੇ ਸਥਿਤ ਇਕਾਈ ਧਨ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲਗਨ ਵਾਲਾ ਬਲ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇੱਕੋ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਤੀਰਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚਿੱਤਰ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਨੂੰ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਾਨੂੰ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਿਹੜੀਆਂ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੀ ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ ਅਤੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਦੀ ਜਾਣਕਾਰੀ ਨਸ਼ਟ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਉਹ ਤੀਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਵਿੱਚ ਸਮਾਈ ਹੋਈ ਸੀ? ਨਹੀਂ, ਹੁਣ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਨੂੰ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਘਣਤਾ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਦੇ ਨਿਕਟ **E** ਪ੍ਰਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਨਿਕਟ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਵੱਧ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸੰਘਣੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਣ ਤੇ ਖੇਤਰ ਕਮਜ਼ੋਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਘੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵੀ ਦੂਰ-ਦੂਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 1.15 ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦਾ ਖੇਤਰ

ਕੋਈ ਵਿਅਕਤੀ ਵੱਧ ਰੇਖਾਵਾਂ ਖਿੱਚ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅਸੀਮਿਤ ਰੇਖਾਵਾਂ ਖਿੱਚੀਆਂ ਜਾ ਸਕਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਘਣਤਾ ਕੀ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 1.16 ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਨਾਲ ਸਬੰਧ

ਅਸੀਂ ਕਾਗਜ ਦੇ ਤਲ ਤੇ ਚਿੱਤਰ ਖਿੱਚਦੇ ਹਾਂ ਮਤਲਬ ਅਸੀਂ ਦੋ-ਆਯਾਮੀ ਚਿੱਤਰ ਖਿੱਚਦੇ ਹਾਂ, ਪਰ ਅਸੀ ਤਿੰਨ ਵਿਮਾਂ ਵਿੱਚ ਰਹਿੰਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ ਜੇ ਸਾਨੂੰ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਘਣਤਾ ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰਨਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਇਹਨਾਂ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਕਾਟ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ-ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਘੱਟਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਪਰਿਬੱਧ ਕਰਨ ਵਾਲਾ ਖੇਤਰ ਦੂਰੀ ਦੇ ਵਰਗ ਅਨੁਸਾਰ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਪਰਿਬੱਧ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਸਥਿਰ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਭਾਵੇ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਉਸ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਕੁਝ ਵੀ ਹੋਵੇ।

ਅਸੀਂ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਵਿੱਚ ਕਿਹਾ ਸੀ ਕਿ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਪੇਸ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਸੂਚਨਾਵਾਂ ਦਿੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਕੁਝ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਇਕੱਠ ਖਿੱਚਣ ਤੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਸੰਖਿਆ ਘਣਤਾ (ਮਤਲਬ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਨਿਕਟਤਾ) ਉਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਜਿਥੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸੰਘਣੀਆਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਉਥੇ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿੱਥੇ ਦੂਰ-ਦੂਰ ਹੁੰਦਿਆ ਹਨ ਉਥੇ ਦੁਰਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.16 ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਇਕੱਠ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਬਿੰਦੂਆਂ R ਅਤੇ S ਤੇ ਉਥੋਂ ਦੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਦੋ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵਾਂ (elements) ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਾਡੇ ਚਿੱਤਰਨ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵਾਂ ਨੂੰ ਕੱਟਣ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਇਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣਾਂ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰਨ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਬਿੰਦੂ R ਤੇ ਖੇਤਰ, ਬਿੰਦੂ S ਤੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਪ੍ਰਬਲ ਹੈ।

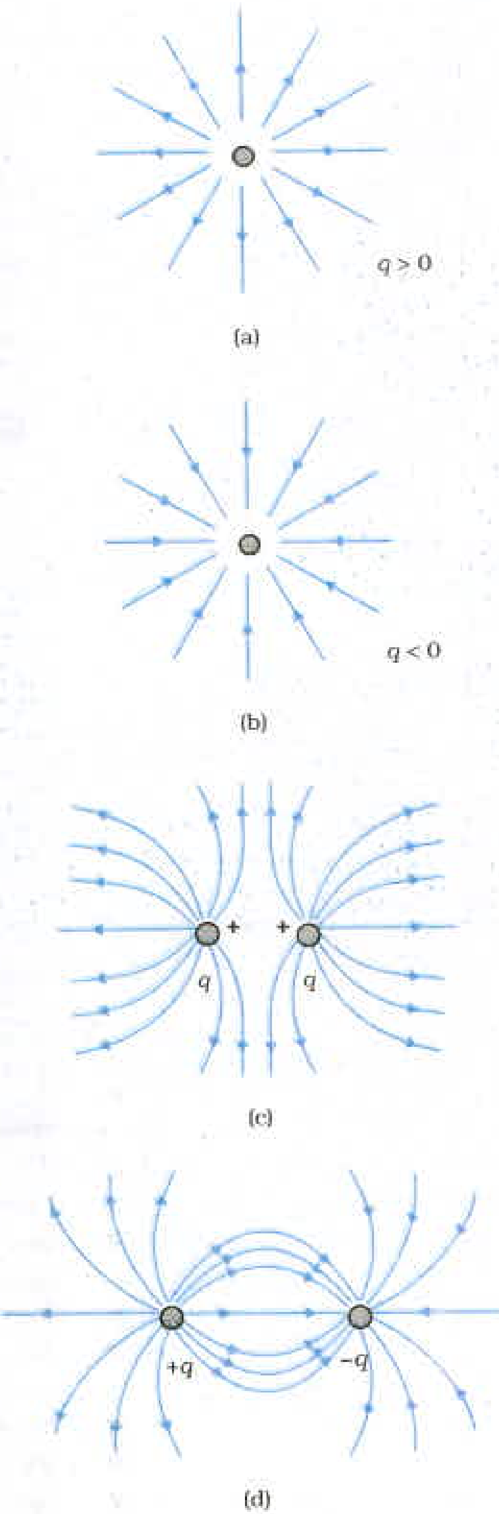
ਖੇਤਰਫਲ ਤੇ ਜਾਂ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਅੰਤਰਿਤ ਘਣ ਕੋਣ (*solid angle*)* ਤੇ, ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਨੂੰ ਸਮਝਣ ਲਈ ਆਓ ਅਸੀਂ ਖੇਤਰਫਲ ਅਤੇ ਘਣ ਕੋਣ (ਜੋ ਕੋਣ ਦਾ ਤਿੰਨ ਵਿਮਾਵਾ ਵਿੱਚ ਵਿਆਪੀਕਰਨ ਹੈ) ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਬੰਧ ਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਯਾਦ ਕਰੋ ਦੋ ਵਿਮਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ (ਸਮਤਲ) ਕੋਣ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਕਿਵੇਂ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕੋਈ ਛੋਟਾ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ (transverse) ਰੇਖਾ ਅਵਯਵ Δl ਬਿੰਦੂ O ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਰਖਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਤਦ O ਤੇ Δl ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਕੋਣ ਲਗਭਗ $\Delta\theta = \Delta l/r$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਟ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, ਤਿੰਨ ਵਿਮਾਂ (dimensions) ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਲੰਬਵਤ ਖੇਤਰ ΔS ਦੁਆਰਾ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਬਣਾਏ ਘਣ ਕੋਣ* ਨੂੰ $\Delta\Omega = \Delta S/r^2$ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਘਣ ਕੋਣ ਵਿੱਚ ਰੇਡਿਅਲ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.16 ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਤੇ r_1 ਅਤੇ r_2 ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ P_1 ਅਤੇ P_2 ਦੇ ਲਈ ਘਣ ਕੋਣ $\Delta\Omega$ ਦੁਆਰਾ P_1 ਤੇ ਬਣਾਏ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵ $r_2^2\,\Delta\Omega$ ਅਤੇ P_2 ਦੇ ਬਣਾਏ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵ $r_2^2\,\Delta\Omega$ ਹੈ।

* ਘਣ ਕੋਣ ਸ਼ੰਕੂ ਦੀ ਇੱਕ ਮਾਪ ਹੈ। R ਅਰਧਵਿਆਸ ਵਾਲੇ ਗੋਲੇ ਨਾਲ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸ਼ੰਕੂ ਦੀ ਕਾਟ (intersection) ਬਾਰੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਸ਼ੰਕੂ ਦੇ ਘਣ ਕੋਣ $\Delta\Omega$ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਇਸ ਨੂੰ $\Delta S/R^2$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਮੰਨਕੇ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਇਥੇ ΔS ਸ਼ੰਕੂ ਦੁਆਰਾ ਗੋਲੇ ਤੇ ਕਟਿਆ ਗਿਆ ਖੇਤਰਫਲ ਹੈ।

ਇਹਨਾਂ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵਾਂ ਨੂੰ ਕੱਟਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ (ਮੰਨ ਲਓ) ਸਮਾਨ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰ ਅਵਯਵ ਨੂੰ ਕੱਟਣ ਵਾਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ P_1 ਤੇ $n/(r_1^2\Delta\Omega)$ ਅਤੇ P_2 ਤੇ $n/(r_2^2\Delta\Omega)$ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਅਤੇ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਬਲਤਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਨਾਲ $1/r^2$ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ।

ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਚਿਤਰਨ ਦੀ ਖੋਜ ਫੈਰਾਡੇ ਨੇ ਚਾਰਜਿਤ ਬਣਤਰਾਂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਅਣ-ਗਣਿਤਕ ਸਪਸ਼ਟ ਚਿੱਤਰਨ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਫੈਰਾਡੇ ਨੇ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ *ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ (lines of force)* *ਕਿਹਾ ਸੀ। ਇਹ ਪਦ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਕਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਭ੍ਰਾਮਕ ਹੈ। ਇਹਨਾਂ ਲਈ ਹੋਰ ਉਚਿਤ ਪਦ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ (ਬਿਜਲਈ ਜਾਂ ਚੁੰਬਕੀ) ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਪੁਸਤਕ ਵਿਚ ਅਪਣਾਇਆ ਹੈ।*

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚਾਰਜਿਤ ਬਣਤਰਾਂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਚਿੱਤਰਾਤਮਕ ਨਿਰੂਪਣ ਕਰਨ ਦਾ ਉਪਾਅ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਰੇਖਾ ਇੱਕ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਵਕਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਜਿਸਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖਿੱਚੀ ਗਈ ਸਪਰਸ਼ ਰੇਖਾ (tangent) ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਲੱਗੇ ਕੁੱਲ ਬਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਕ ਵਕਰ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ, ਸਪਰਸ਼ੀ ਰੇਖਾ ਦੁਆਰਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀਆਂ ਦੋ ਸੰਭਾਵਿਤ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਕੋਈ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਵਕਰ ਤੇ ਤੀਰ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਅੰਕਿਤ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਇਕ ਖਲਾਹ ਵਕਰ ਮਤਲਬ ਤਿੰਨ-ਆਯਾਮੀ (3-D) ਵਕਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.16 ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਸਰਲ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨਾਂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਰਸ਼ਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਪਹਿਲਾ ਹੀ ਦੱਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਹ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਤਿੰਨ ਆਯਾਮੀ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਹਨ ਭਾਵੇਂ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਕੇਵਲ ਇਕ ਤਲ ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਕਾਈ ਧਨ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਬਾਹਰ ਵੱਲ (ਅਰੀਅ) (radially outwards) ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜਦਕਿ ਇਕਾਈ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਅੰਦਰ ਵੱਲ ਵੀ (ਅਰੀਅ) (radially inwards) ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਦੋ ਧਨਚਾਰਜ



ਚਿੱਤਰ 1.17 ਵੱਖ ਵੱਖ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨਾਂ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ

(q, q) ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਦੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪਰਸਪਰ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਣ ਦਾ ਇਕ ਸਜੀਵ ਚਿੱਤਰਣ ਪੇਸ਼ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਦਕਿ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਦੋ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ (q, q) ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਲਈ ਜਾਂ ਕਿਸੇ ਡਾਈਪੋਲ (dipole) ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਪਸ਼ਟ ਆਪਸੀ ਆਕਰਸ਼ਣ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕੁਝ ਮਹੱਤਪੂਰਨ ਆਮ ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਪਾਲਣ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ।

(i) ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਧਨਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਕੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੇ ਖ਼ਤਮ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੇ ਚਾਰਜ ਇਕਾਈ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਅਨੰਤ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਅਤੇ ਅਨੰਤ ਦੇ ਖ਼ਤਮ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹਨ।

(ii) ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਮੁਕਤ ਖੇਤਰ ਵਿਚ, ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਅਖੰਡ (continuous) ਵਕਰ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਦੇ ਵੀ ਨਹੀਂ ਟੁਟਦੇ।

(iii) ਦੋ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਕਦੇ ਵੀ ਨਹੀਂ ਕਟਦੀਆਂ (ਜੇ ਉਹ ਇੰਝ ਕਰਨ ਤਾਂ ਕਾਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸਿਰਫ਼ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ ਜੋ ਨਿਰਅਰਥਕ ਹੈ।

(iv) ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਬੰਦ ਵਕਰ ਨਹੀਂ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ। ਇਹ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸੁਰਖਿਅਣ ਪ੍ਰਕ੍ਰਿਤੀ ਨਾਲ ਅਨੁਸ਼ਾਸਿਤ ਹਨ।

1.10 ਬਿਜਲਈ ਫਲੱਕਸ (ELECTRIC FLUX)

ਕਿਸੇ dS ਖੇਤਰਫਲ ਦੇ ਛੋਟੇ ਭਾਗ ਤੇ ਉਸਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ $\mathbf{v}$ ਵੇਗ ਨਾਲ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀ ਦਰ ਇੱਸ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਸਮੇਂ ਤੇ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਆਇਤਨ $v\,dS$ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਉਸ ਤਲ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਪਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜੇ ਇਸ ਤਲ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ, ਮਤਲਬ $\mathbf{v}$ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ θ ਕੋਣ ਬਣਦਾ ਹੈ ਤਾਂ $\mathbf{v}$ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਖੇਪਿਤ ਖੇਤਰਫਲ $v\,dS\cos\theta$ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਲਈ ਤਲ dS ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਜਾਣ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ $\mathbf{v}\cdot\hat{\mathbf{n}}\,dS$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿਚ, ਅਸੀਂ ਇਕ ਸਮਤੁਲ ਰਾਸ਼ੀ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ *ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ* (*electric flux*) ਆਖਦੇ ਹਾਂ।

ਪਰ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਧਿਆਨ ਰਖਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦ੍ਰਵ-ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਦੇ ਉਲਟ ਇੱਥੇ ਕੁਦਰਤੀ ਨਿਯਮਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰੇਖਣ ਯੋਗ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਕੋਈ ਪ੍ਰਵਾਹ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਉਪਰੋਕਤ ਦੱਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਚਿਤਰਣ ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਵੇਖਿਆ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ ਦਾ ਮਾਪ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸਤੋਂ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ $\mathbf{E}$ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਕੋਈ ΔS ਖੇਤਰਫਲ ਦਾ ਛੋਟਾ ਸਮਤਲੀ ਅਵਯਵ ਰਖਿਏ ਤਾਂ ਇਸ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ $E\,\Delta S$ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ* ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਹੁਣ ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀਂ ਖੇਤਰਫਲ ਅਵਯਵ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਕੋਣ θ ਤੇ ਝੁਕਾਅ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ। ਸਪੱਸ਼ਟ ਹੈ ਹੁਣ ਇਸ ਖੇਤਰਫਲ ਅਵਯਵ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਘੱਟ ਜਾਵੇਗੀ ਕਿਉਂਕਿ $\mathbf{E}$ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰਫਲ ਅਵਯਵ ΔS ਦਾ ਕੰਪੋਨੈਂਟ $E\,\Delta S\,\cos\theta$ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ΔS ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ $E\,\Delta S\cos\theta$ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਜਦੋਂ $\theta = 90°$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ΔS ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਤੋਂ ਕੋਈ ਵੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਨਹੀਂ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 1.18 ਦੇਖੋ)।

ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਸੰਦਰਭਾਂ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰਫਲ ਅਵਯਵ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਉਸਦਾ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨ (orientation) ਵੀ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਿਸੇ ਜਲ-ਪ੍ਰਵਾਹ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਰਿਗ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਜਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸੁਭਾਵਿਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇਸ ਗੱਲ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਤੁਸੀਂ

* ਇਹ ਕਹਿਣਾ ਉਚਿਤ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ $E\Delta S$ ਦੇ ਬਰਾਬਤ ਹੈ। ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਵਿਸ਼ਾ ਹੈ ਜੋ ਅਸੀਂ ਕਿੰਨੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਖਿੱਚਣ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਦੇ ਹਾਂ, ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਉਮੀਦਨ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਪਤਾ ਹੋਣ ਤੇ ਹੀ ਇਸਦੀ ਭੌਤਿਕ ਸਾਰਥਕਤਾ ਹੈ।

ਜਲ ਧਾਰਾ ਵਿੱਚ ਇਸਨੂੰ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਫੜਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਤੁਸੀਂ ਇਸਨੂੰ ਜਲ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਰੱਖਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਹੋਰ ਸਾਰੇ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇਸ ਝੁਕਾਅ ਵਿੱਚ ਰਿਗ (ਗੋਲ ਛੱਲੇ) ਤੋਂ ਅਧਿਕਤਮ ਜਲ ਗੁਜ਼ਰੇਗਾ। ਇਸਤੋਂ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਅਵਯਵ ਨੂੰ ਵੈਕਟਰ ਦੇ ਸਮਾਨ ਮੰਨਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਨਾਲ ਦਿਸ਼ਾ ਵੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਮਤਲ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਿਵੇਂ ਪ੍ਰਦਸ਼ਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾਵੇ? ਸਪੱਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿਚ ਤਲ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਤਲ ਦਾ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨ ਪ੍ਰਦਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਮਤਲੀ ਖੇਤਰ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇਸਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

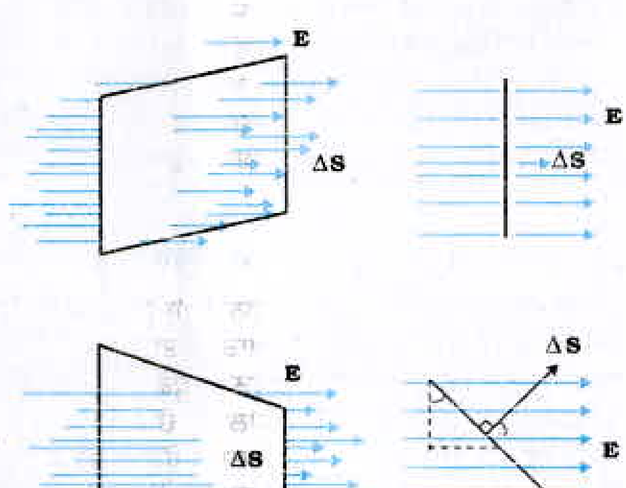
ਕਿਸੇ ਵਕਰਿਤ ਤਲ ਦੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੈਕਟਰ ਨਾਲ ਕਿਵੇਂ ਜੋੜਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ? ਅਸੀਂ ਇਹ ਕਲਪਨਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਵਕਰਿਤ ਤਲ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਅਵਯਵਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਹਰੇਕ ਛੋਟਾ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਅਵਯਵ ਸਮਤਲੀ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪਹਿਲੇ ਸਪੱਸ਼ਟੀਕਰਨ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਨਾਲ ਵੈਕਟਰ ਜੋੜਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇੱਥੇ ਇੱਕ ਅਸਪੱਸ਼ਟਾ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ। ਕਿਸੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਅਵਯਵ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਸਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਐਪਰ ਅਭਿਲੰਬ ਦੋ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਅਵਯਵ (element) ਤੋਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਚੁਣਾਵ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ? ਇਸ ਸਮੱਸਿਆ ਦਾ ਹੱਲ ਇਸ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਉਚਿਤ ਕੁੱਝ ਮਾਨਤਾਵਾਂ ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਨ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਇਹ ਮਾਨਤਾ ਬਹੁਤ ਸਰਲ ਹੈ। ਇਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾਂ ਦੇ ਹਰੇਕ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ ਤੋਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਾਹਰਮੁੱਖੀ ਅਭਿਲੰਬ (*outward*) ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਮੰਨੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਮਾਨਤਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਚਿੱਤਰ 1.19 ਵਿੱਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਖੰਡ ਵੈਕਟਰ $\Delta\mathbf{S}$ ਦਾ ਮਾਨ $\Delta S\ \hat{\mathbf{n}}$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ ΔS ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਵੈਕਟਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਾਹਰਮੁੱਖੀ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ।

ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਤੇ ਆਉਂਦੇ ਹਾਂ, ਕਿਸੇ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ $\Delta\phi$ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :-

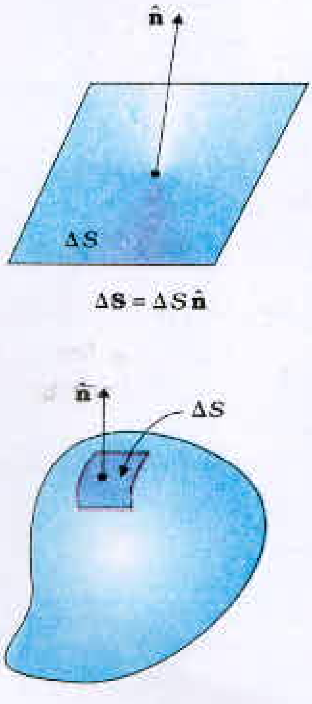
$$\Delta\phi = \vec{\mathbf{E}} \cdot \Delta\,\vec{\mathbf{S}} = E\,\Delta S\ \cos\theta \tag{1.11}$$

ਜੋ ਪਹਿਲਾਂ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ਼ ਖੇਤਰਫ਼ਲ ਖੰਡ ਨੂੰ ਕੱਟਣਵਾਲੀਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ θ ਖੇਤਰ ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਭਾਵ $\mathbf{E}$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕੋਣ ਹੈ। ਉਪਰੋਕਤ ਮਾਨਤਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਲਈ θ ਖੇਤਰਖੰਡ ਤੇ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਅਭਿਲੰਬ ਅਤੇ $\mathbf{E}$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਕੋਣ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਅਸੀਂ ਵਿਅੰਜਕ $E\,\Delta S\ \cos\theta$ ਤੇ ਦੋ ਪ੍ਰਕਾਰ ਨਾਲ ਵਿਚਾਰ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ : $E\ (\Delta S\cos\theta)$ ਭਾਵ $\mathbf{E}$ ਉੱਤੇ ਖੇਤਰ ਅਭਿਲੰਬ ਦੇ ਪਰਖੇਪ ਦਾ $\mathbf{E}$ ਗੁਣਾ ਜਾਂ $E_{\perp}\ \Delta S$ ਅਰਥਾਤ ਖੇਤਰ ਖੰਡ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ $\mathbf{E}$ ਦਾ ਘਟਕ ਗੁਣਾ ਖੇਤਰ ਖੰਡ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ। ਬਿਜਲੀ ਫਲਕਸ ਦੀ ਇਕਾਈ $NC^{-1}m^2$ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 1.18 E ਅਤੇ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ $\angle\theta$ ਤੇ ਫਲਕਸ ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ

ਸਮੀਕਰਨ (1.11) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ ਦੀ ਮੂਲ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਨੂੰ ਸਿਧਾਂਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੀ ਹੋਈ ਸਤ੍ਹਾ



ਚਿੱਤਰ 1.19 ਅਭਿਲੰਬ n̂ ਅਤੇ ΔS ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕਰਨ ਦੀ ਧਾਰਨਾ।

ਵਿਚੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਪਰਿਕਲਤ ਕਰਨ ਲਈ ਵਰਤ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਸਦੇ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਕਰਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਫਿਰ ਹਰੇਕ ਖੰਡ ਲਈ ਫਲਕਸ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਕੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਜੋੜ ਕੇ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ ਸਤ੍ਹਾ S ਵਿਚੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ϕ ਹੈ :-

$$\phi \simeq \Sigma\, \mathbf{E} \cdot \Delta \mathbf{S} \qquad (1.12)$$

ਇੱਥੇ ਅਨੁਮਾਨਿਤ-ਚਿੰਨ੍ਹ ਲਗਾਉਣ ਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}$ ਨੂੰ ਸਥਿਰ ਮੰਨਿਆ ਹੈ। ਗਣਿਤਕ ਰੂਪ ਵਿਚ ਇਹ ਸਿਰਫ਼ ਉਦੋਂ ਹੀ ਉਚਿਤ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਸੀਮਾ $\Delta S \to 0$ ਲਵੋ ਅਤੇ ਸਮੀਕਰਨ (1.12) ਵਿੱਚ ਜੋੜ (Σ) ਨੂੰ ਸਮਾਕਲਨ $(\int)$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਿਅਕਤ ਕਰੋ।

1.11 ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ

ELECTRIC DIPOLE

ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਵਿਖਮਜਾਤੀ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ q ਅਤੇ $-q$ ਦਾ ਕੋਈ ਜੋੜਾ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ $2a$ ਹੈ, ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਦੋਨੋ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਸੰਯੋਜਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਮਾਨਤਾ ਅਨੁਸਾਰ $-q$ ਤੋਂ $+q$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। $-q$ ਅਤੇ $+q$ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦਾ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਕੇਂਦਰ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਸਿੱਧੇ ਤੌਰ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਐਪਰ ਇਸਦਾ ਇਹ ਅਰਥ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ $-q$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਥੋੜੀ ਦੂਰੀ ਹੈ, ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਜਦੋਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਜੋੜੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਤਦ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਸਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਖਾਰਜ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਐਪਰ ਜੇ ਡਾਈਪੋਲ ਬਣਾਉਣ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਪੋਜੀਸ਼ਨ ਵੈਕਟਰ ਦੂਰੀ ਅਧਿਕ ਹੈ $(r >> 2a)$ ਤਾਂ q ਅਤੇ $-q$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ ਖਾਰਜ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $1/r^2$ ਇਕਹਿਰਾ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ r ਤੇ ਨਿਰਭਰਤਾ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਗਤੀ ਨਾਲ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਗੁਣਾਤਮਕ ਧਾਰਨਾ ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਸਪਸ਼ਟ ਪਰਿਕਲਨ ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ ਹੋਈ ਹੈ :

1.11.1 ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ (The field of an electric dipole)

ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਜੋੜੇ ($-q$ ਅਤੇ q) ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸੁਪਰ ਪੋਜਿਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਤੋਂ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਦੋ ਕੇਸਾ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਸਰਲ ਹਨ :— (i) ਜਦੋਂ ਬਿੰਦੂ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਹੈ (ii) ਜਦ ਬਿੰਦੂ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਤਲ (*equatorial plane*) ਭਾਵ ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ, ਚਾਰਜ $-q$ ਦੇ ਕਾਰਨ P ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_{-q}$ ਅਤੇ ਚਾਰਜ $+q$ ਕਾਰਨ P ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E}_{+q}$ ਨੂੰ ਵੈਕਟਰਾਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਚਤੁਰਭੁਜ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਜੋੜ ਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(i) ਧੁਰੇ ਦੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂਆਂ ਲਈ

ਮੰਨ ਲਓ ਬਿੰਦੂ P ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ q ਦੇ ਵੱਲ ਚਿੱਤਰ (1.20(a)) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ

r ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ;

$$\mathbf{E}_{-q} = -\frac{q}{4\pi\varepsilon_0(r+a)^2}\hat{\mathbf{p}} \qquad [1.13(a)]$$

ਇੱਥੇ $\mathbf{p}$ ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ($-q$ ਤੋਂ $+q$ ਵੱਲ) ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਈਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ

$$\mathbf{E}_{+q} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0(r-a)^2}\hat{\mathbf{p}} \qquad [1.13(b)]$$

P ਤੇ ਕੁਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$\vec{\mathbf{E}} = \vec{\mathbf{E}}_{+q} + \vec{\mathbf{E}}_{-q} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{(r-a)^2} - \frac{1}{(r+a)^2}\right]\hat{\mathbf{p}}$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_o}\,\frac{4\,ar}{(r^2-a^2)^2}\,\hat{\mathbf{p}} \qquad (1.14)$$

$r >> a$ ਲਈ

$$\vec{\mathbf{E}} = \frac{4qa}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\hat{\mathbf{p}} \qquad (r >> a) \qquad (1.15)$$

(ii) **ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਤਲ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂਆਂ ਲਈ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ $+q$ ਅਤੇ $-q$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ**

$$E_{+q} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r^2+a^2} \qquad [1.16(a)]$$

$$E_{-q} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r^2+a^2} \qquad [1.16(b)]$$

ਸਮਾਨ ਹਨ।

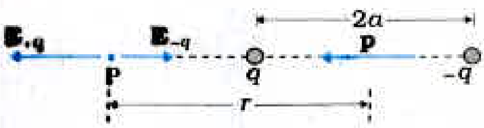
$\mathbf{E}_{+q}$ ਅਤੇ $\mathbf{E}_{-q}$ ਦੀਆਂ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਚਿੱਤਰ [1.20(b)] ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ। ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਘਟਕ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਖਾਰਜ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਘਟਕ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਕੁਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\hat{\mathbf{p}}$ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ :

$$\mathbf{E} = -(E_{+q} + E_{-q})\cos\theta\,\hat{\mathbf{p}}$$

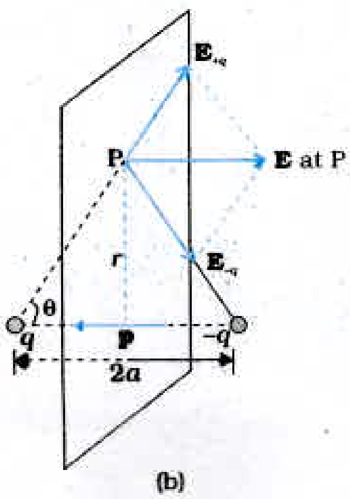
$$= -\frac{2qa}{4\pi\varepsilon_o(r^2+a^2)^{3/2}}\hat{\mathbf{p}} \qquad (1.17)$$

ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ($r >> a$) ਤੇ

$$\mathbf{E} = -\frac{2\,qa}{4\pi\varepsilon_o r^3}\hat{\mathbf{p}} \qquad (r >> a) \qquad (1.18)$$



(a)



(b)

ਚਿੱਤਰ 1.20(a) ਧੁਰੇ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ (b) ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਵਿਸ਼ੁਵਤ ਤਲ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ। ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵੈਕਟਰ ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $p = q \times 2a$ ਹੈ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ q ਤੋਂ $+q$ ਵੱਲ ਹੈ।

ਸਮੀਕਰਨ (1.15) ਅਤੇ (1.18) ਤੋਂ ਸਾਫ ਹੈ ਕਿ ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਡਾਈਪੋਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ q ਅਤੇ a ਵੱਖ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ; ਇਹ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸੰਯੁਕਤ ਗੁਣਨਫਲ qa ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਾਲ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ (*dipole moment*) ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਮਿਲਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ

ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਸੋਮੇਂਟ ਵੇਕਟਰ $\vec{\mathbf{p}}$ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ :

$$\vec{\mathbf{p}} = q \times 2a\,\hat{\mathbf{p}} \tag{1.19}$$

ਭਾਵ ਇਹ ਇੱਕ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਚਾਰਜ q ਅਤੇ ਦੂਰੀ $2a$ (ਚਾਰਜਾਂ $-q, +q$ ਦੇ ਜੋੜੇ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ) ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ $-q$ ਤੋਂ $+q$ ਵੱਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। $\mathbf{p}$ ਦੇ ਪਦਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸਰਲ ਰੂਪ ਲੈ ਲੈਂਦਾ ਹੈ।

ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਤੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ

$$\mathbf{E} = \frac{2\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \qquad (r >> a) \tag{1.20}$$

ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਤਲ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ

$$\mathbf{E} = -\frac{\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \qquad (r >> a) \tag{1.21}$$

ਇਸ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਤੱਥ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਡਾਈਪੋਲ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ $1/r^2$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਪਰ $1/r^3$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਘੱਟਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਡਾਈਪੋਲ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਸਿਰਫ਼ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਹੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪਰ ਇਹ ਵੈਕਟਰ r ਅਤੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ $\mathbf{p}$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਕੋਣ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਅਸੀਂ ਉਸ ਬਾਰੇ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਦ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਸਾਇਜ਼ $2a$ ਸਿਫ਼ਰ ਵੱਲ ਵੱਧਦਾ ਹੈ, ਤਦੋਂ ਚਾਰਜ q ਅਨੰਤ ਦੇ ਵੱਲ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਕਿ ਗੁਣਣਫਲ $p = q \times 2a$ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਸੀਮਿਤ ਸੰਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਨੂੰ ਬਿੰਦੂ ਡਾਈਪੋਲ ਆਖਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਡਾਈਪੋਲ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (1.20) ਅਤੇ (1.21) r ਦੇ ਸਾਰੇ ਮਾਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਤੇ ਯਥਾਰਥ ਹੈ।

1.11.2 ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਭੌਤਿਕ ਸਾਰਥਕਤਾ (Physical significance of dipoles)

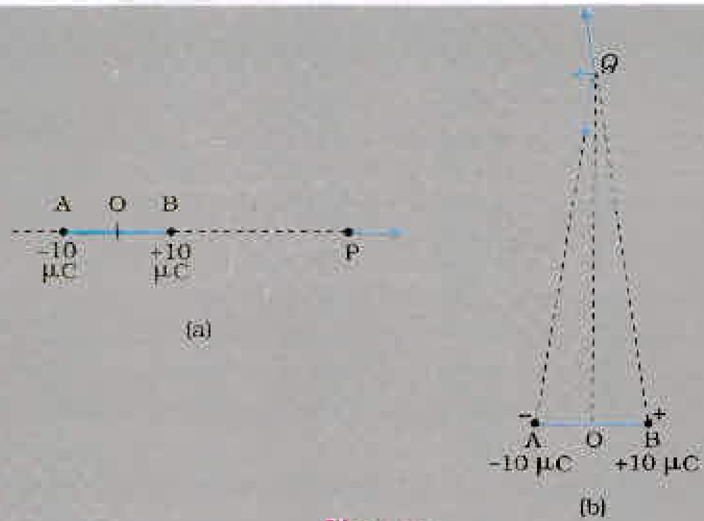
ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਅਣੂਆਂ ਵਿਚ ਧਨ ਚਾਰਜਾਂ ਅਤੇ ਰਿਣਚਾਰਜਾਂ* ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਇੱਕ ਹੀ ਸਥਾਨ ਤੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ (CO_2 ਅਤੇ CH_4 ਅਣੂ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਹਨ) ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਲੈਜਾਣ ਤੇ ਇਹ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਵਿਕਸਿਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਕੁਝ ਅਣੂਆਂ ਵਿੱਚ ਧਨਚਾਰਜਾਂ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਸਮਪਾਤੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਇਸ ਲਈ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਅਣਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਹੀ ਇਹਨਾਂ ਦਾ ਆਪਣਾ ਸਥਾਈ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਨੂੰ ਧਰੁਵਿਤ ਅਣੂ (POLAR MOLECULES) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਜਲ ਦਾ ਅਣੂ H_2O ਇਸੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦੇ ਅਣੂਆਂ ਦਾ ਇੱਕ ਉਦਾਹਰਣ ਹੈ। ਵਿਭਿੰਨ ਪਦਾਰਥ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਜਾਂ ਅਣਉਪਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਰੋਚਕ ਗੁਣ ਅਤੇ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਕਾਰਜਸ਼ੀਲਤਾ ਦਿਖਾਉਂਦੇ ਹਨ।

ਉਦਾਹਰਣ 1.10

ਉਦਾਹਰਨ 1.10— $\pm 10\ \mu C$ ਦੇ ਦੋ ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ 5.0 mm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਨ। (a) ਇਸ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ O ਤੋਂ ਚਿੱਤਰ 1.21(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ, ਧਨਚਾਰਜ ਵਲ 15 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਅਤੇ (b) ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ O ਤੋਂ ਚਿੱਤਰ 1.21(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਤੋਂ 15 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ Q ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰੋ।

* ਧਨਾਤਮਕ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸੰਗ੍ਰਹਿ ਨੂੰ ਕੇਂਦਰ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਪੁੰਜ ਕੇਂਦਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਅਨੁਸਾਰ

$$r_{cm} = \frac{\sum_i q_i r_i}{\sum_i q_i}$$



ਚਿੱਤਰ 1.21

ਹੱਲ— (a) ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚਾਰਜ +10 μC ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ

$$= \frac{10^{-5}\,\mathrm{C}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\mathrm{C^2\,N^{-1}\,m^{-2}})} \times \frac{1}{(15-0.25)^2\times10^{-4}\,\mathrm{m^2}}$$

$= 4.13 \times 10^6\ \mathrm{N\,C^{-1}}$, BP ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ

ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਚਾਰਜ −10μC ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ

$$= \frac{10^{-5}\,\mathrm{C}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\mathrm{C^2\,N^{-1}\,m^{-2}})} \times \frac{1}{(15+0.25)^2\times10^{-4}\,\mathrm{m^2}}$$

$= 3.86 \times 10^6\ \mathrm{N\,C^{-1}}$, PA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ

A ਅਤੇ B ਤੇ ਸਥਿਤ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ P ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ= $2.7 \times 10^5\ \mathrm{N\,C^{-1}}$ BP ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ

ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿੱਚ ਅਨੁਪਾਤ OP/OB ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ (= 60) ਹੈ। ਇਸ ਲਈ, ਕਿਸੇ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਸੂਤਰ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਇਸ ਦੇ ਨਿਕਟ ਦੇ ਨਤੀਜੇ ਦੀ ਆਸ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। $2a$ ਦੂਰੀ ਦੇ $\pm q$ ਚਾਰਜਾਂ ਤੋਂ ਬਣੇ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ (r) ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਣਾਮ

$$E = \frac{2p}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \qquad (r/a >> 1)$$

ਇੱਥੇ $p = 2a\,q$ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ।

ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ (ਭਾਵ $-q$ ਤੋਂ $+q$ ਵੱਲ) ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇੱਥੇ $p = 10^{-5}\,\mathrm{C} \times 5 \times 10^{-3}\,\mathrm{m} = 5 \times 10^{-8}\,\mathrm{C\,m}$

ਇਸ ਲਈ

$$E = \frac{2\times5\times10^{-8}\,\mathrm{C\,m}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\mathrm{C^2\,N^{-1}\,m^{-2}})} \times \frac{1}{(15)^3\times10^{-6}\,\mathrm{m^3}} = 2.6 \times 10^5\ \mathrm{N C^{-1}}$$

ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ AB ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ, ਅਤੇ ਨਤੀਜਾ ਪਹਿਲੇ ਨਤੀਜੇ ਦੇ ਕਾੱਫੀ ਨੇੜੇ ਹੈ।

(b) ਬਿੰਦੂ B ਤੇ ਸਥਿਤ + 10 μC ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿੰਦੂ Q ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$= \frac{10^{-5}\,\mathrm{C}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\mathrm{C^2\,N^{-1}\,m^{-2}})} \times \frac{1}{[15^2+(0.25)^2]\times10^{-4}\,\mathrm{m^2}}$$

$= 3.99 \times 10^6\ \mathrm{N C^{-1}}$ BQ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ

ਉਦਾਹਰਣ 1.10

ਉਦਾਹਰਣ 1.10

ਬਿੰਦੂ A ਤੇ ਸਥਿਤ 10 μC ਚਾਰਜ ਕਾਰਨ Q ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$= \frac{10^{-5}\,\mathrm{C}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\mathrm{C^2\,N^{-1}\,m^{-2}})} \times \frac{1}{[15^2 + (0.25)^2]\times10^{-4}\,\mathrm{m^2}}$$

$= 3.99 \times 10^6\ \mathrm{NC^{-1}}$ QA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ

ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋ ਬਰਾਬਰ ਪਰਿਮਾਣਾ ਦੇ ਬਲਾਂ ਦੇ OQ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਘਟਕ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਖਾਰਿਜ ਕਰਦੇ ਹਨ ਐਪਰ BA ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਘਟਕ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ A ਅਤੇ B ਤੇ ਸਥਿਤ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ Q ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$= 2 \times \frac{0.25}{\sqrt{15^2 + (0.25)^2}} \times 3.99 \times 10^6\,\mathrm{N\,C^{-1}}$$ BA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ

$= 1.33 \times 10^5\ \mathrm{NC^{-1}}$ BA ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ

(a) ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਡਾਈਪੋਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਿੱਧੇ ਹੀ ਸੂਤਰ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਅਸੀਂ ਇਸ ਨਤੀਜੇ ਦੀ ਆਸ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ—

$$E = \frac{p}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \qquad (r/a >> 1)$$

$$= \frac{5\times10^{-8}\,\mathrm{C\,m}}{4\pi(8.854\times10^{-12}\,\mathrm{C^2\,N^{-1}\,m^{-2}})} \times \frac{1}{(15)^3\times10^{-6}\,\mathrm{m^3}}$$

$= 1.33 \times 10^5\ \mathrm{NC^{-1}}$.

ਇਸ ਕੇਸ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੈ। ਇਸਲਈ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਤੀਜੇ ਪਹਿਲਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਤੀਜੇ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਹਨ।

1.12 ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਡਾਈਪੋਲ

DIPOLE IN A UNIFORM EXTERNAL FIELD

ਚਿੱਤਰ 1.22 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਵਿੱਚ ਰਖੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ **p** ਦੇ ਸਥਾਈ ਡਾਈਪੋਲ (ਸਥਾਈ ਡਾਈਪੋਲ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ **p** ਦੀ **E** ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੋਂਦ ਹੈ, ਇਹ **E** ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਇਆ ਹੈ) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ।

ਚਿੱਤਰ 1.22 ਇੱਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਡਾਈਪੋਲ

ਇੱਥੇ ਚਾਰਜ q ਤੇ $q\mathbf{E}$ ਅਤੇ $-q$ ਤੇ $-q\mathbf{E}$ ਬਲ ਲਗ ਰਹੇ ਹਨ। ਕਿਉਂਕਿ **E** ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਕੁੱਲ ਬਲ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਐਪਰ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਬਲ ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਲੱਗੇ ਹਨ, ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਬਲ ਮੋਮੈਂਟ (ਟੋਰਕ) ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਨੈਟ ਬਲ ਸਿਫਰ ਹੈ ਤਾਂ ਟੋਰਕ (ਬਲ ਯੁਗਮ) ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹਰੇਕ ਬਲ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਬਲ-ਯੁਗਮ ਦੀ ਭੁਜਾ (ਦੋ ਪ੍ਰਤੀ ਸਮਾਂਤਰ (antiparallel) ਬਲਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਲੰਬਵਤ ਦੂਰੀ) ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਟੋਰਕ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $= q\,E \times 2\,a\sin\theta = 2\,q\,a\,E\sin\theta$

ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਾਰਜ ਦੇ ਤਲ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਇਸਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਲ ਹੈ।

$\mathbf{p} \times \mathbf{E}$ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਵੀ $p\,E\sin\theta$ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਾਰਜ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{p} \times \mathbf{E} \qquad (1.22)$$

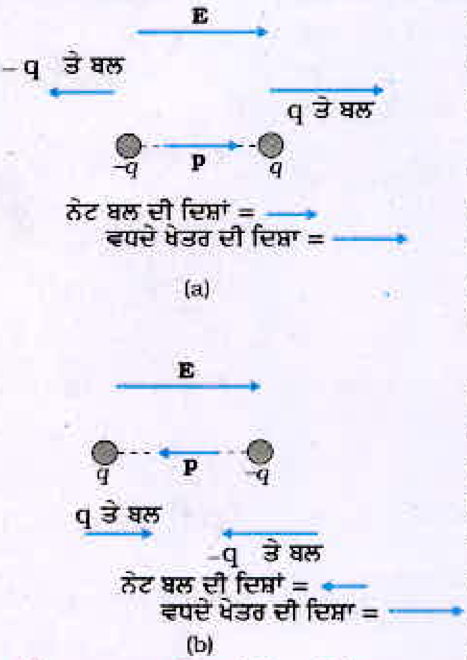
ਇਹ ਟੋਰਕ ਡਾਈਪੋਲ ਨੂੰ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਰੇਖਿਤ (align) ਕਰਨ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੇਗਾ ਜਦੋਂ **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਨਾਲ ਸੰਰੇਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਟੋਰਕ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਜਦੋਂ ਖੇਤਰ ਇਕ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਦ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ? ਸਾਫ਼ ਹੈ, ਉਸ ਕੇਸ ਵਿਚ ਨੈਟ ਬਲ ਸਿਫ਼ਰ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਿਸਟਮ ਤੇ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਟਾਰਕ ਕਾਰਜ ਕਰੇਗਾ। ਇਥੇ ਵਿਆਪਕ ਕੇਸ ਅਨੁਸਾਰ, ਆਓ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਸਰਲ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਵਿਚਾਰ

ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿੱਥੇ **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਜਾਂ ਪ੍ਰਤੀਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਕੇਸਾਂ ਵਿਚ ਨੈਟ ਟੋਰਕ (torque) ਤਾਂ ਸਿਫ਼ਰ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਪਰ ਜੇ **E** ਇਕ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ ਤਾ ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਨੈਟ ਬਲ ਲੱਗਦਾ ਹੈ।

ਚਿੱਤਰ 1.23 ਆਪ ਹੀ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ ਤਾਂ ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਵਧਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨੈਟ ਬਲ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਸਮਾਂਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਘੱਟਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਨੈਟ ਬਲ ਕਾਰਜ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਲ, ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਸਾਪੇਖ **p** ਦੇ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਇਸਤੋਂ ਸਾਡਾ ਧਿਆਨ ਰਗੜ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਆਮ ਪ੍ਰੇਖਣਾ ਤੇ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਖੁਸ਼ਕ ਵਾਲਾਂ ਵਿੱਚ ਫੇਰੀ ਗਈ ਕੰਘੀ ਰਗੜ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜ ਅਰਜਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਕਾਗਜ਼ ਚਾਰਜਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਤਾਂ ਫਿਰ ਆਕਰਸ਼ਕ ਬਲਾਂ ਦਾ ਸਪਸ਼ਟੀਕਰਨ ਕਿਵੇਂ ਕਰੀਏ? ਪਿਛਲੀ ਚਰਚਾ ਤੋਂ ਸੰਕੇਤ ਪਾਕੇ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਚਾਰਜਿਤ ਕੰਘੀ ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਟੁਕੜਿਆਂ ਨੂੰ ਧਰੁਵਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ, ਭਾਵ ਕਾਗਜ ਦੇ ਟੁਕੜਿਆਂ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਨੈਟ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਕੰਘੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਇਕ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਇਹ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਾਗਜ਼ ਦੇ ਟੁਕੜੇ ਕੰਘੀ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ।



ਚਿੱਤਰ 1.23 ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਬੱਲ (a) **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ (b) **p** ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਪ੍ਰਤੀਸਮਾਂਤਰ

1.13 ਨਿਰੰਤਰ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ

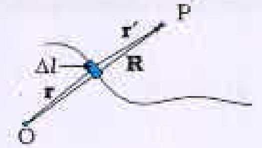
CONTINUOUS CHARGE DISTRIBUTION

ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜਾਂ q_1, q_2, …, q_n ਦੇ ਚਾਰਜ ਸਵਰੂਪਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਹੈ ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਸਰੂਪਾਂ ਦੇ ਲਈ ਗਣਿਤਕ ਪਰਿਕਲਨ ਸਰਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਲਨ (calculus) ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਨਾਲ ਹੀ, ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਕਾਰਜਾਂ ਲਈ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਨਿਰੰਤਰ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਪੈਂਦੀ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਕਿਸੇ ਚਾਰਜਿਤ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤਹਿ ਤੇ ਸੂਖਮ ਚਾਰਜਿਤ ਹਿੱਸਿਆਂ ਦੀਆਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦਾ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਲੇਖ ਕਰਨਾ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕਿਸੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ ΔS (ਜੋ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ ਪਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕਰਨ ਲਈ ਕਾਫੀ ਹੈ, ਵੇਖੋ ਚਿੱਤਰ 1.24) ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰਕੇ ਉਸ ਖੰਡ ਤੇ ਚਾਰਜ ΔQ ਦਾ ਵੱਖ ਵੱਖ ਉਲੇਖ ਕਰਨਾ ਵੱਧ ਉਪਯੁਕਤ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਬਾਅਦ ਅਸੀਂ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ ਤੇ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ (*surface charge distribution*) σ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ—

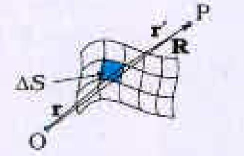
$$\sigma = \frac{\Delta Q}{\Delta S} \tag{1.23}$$

ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਅਸੀਂ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਅਖੰਡ ਫਲਨ σ (ਜਿਸਨੂੰ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ (surface charge density) ਕਹਿੰਦੇ

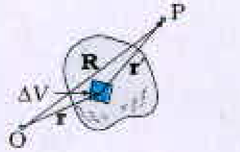
ਹਨ) ਤੱਕ ਪਹੁੰਚਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵਰਣਿਤ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਚਾਰਜ ਦੀ ਕੁਆਂਟਾਈਜੇਸ਼ਨ (quantisation) ਅਤੇ ਸੂਖਮ ਪੱਧਰ* (microscopic scale) ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਖੰਡਿਤ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰਦਾ ਹੈ। σ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਸਤੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਹੈ ਜੋ ਇਕ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ, ਸੂਖਮ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਵੱਡੇ ਪੱਧਰ ਤੇ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰ ਖੰਡ ΔS ਤੇ ਸੂਖਮ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਹੈ। σ ਦੀ ਇਕਾਈ C/m^2 ਹੈ।



ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ $\Delta Q = \lambda \Delta l$



ਸਤਹਿ ਚਾਰਜ $\Delta Q = \sigma \Delta S$



ਆਇਤਨੀ ਚਾਰਜ $\Delta Q = \rho \Delta V$

ਚਿੱਤਰ 1.24 ਰੇਖੀ, ਸਤਹਿ, ਆਇਤਨੀ ਘਣਤਾਵਾਂ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ। ਹਰੇਕ ਕੇਸ ਵਿਚ ਚੁਣੇ ਗਏ ਘਟਕਾਂ (Δl, ΔS, ΔV) ਸਥੂਲਦਰਸ਼ੀ ਪੱਧਰ ਤੇ ਛੋਟੇ ਹਨ ਪਰ ਇਹਨਾਂ ਵਿਚ ਸੂਖਮ ਪੱਧਰ ਤੇ ਘੱਟਕਾਂ ਦੀ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਗਿਣਤੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ।

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਕੋਣ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨਾਂ ਅਤੇ ਆਇਤਨੀ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨਾਂ ਤੇ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਤਾਰ ਦੀ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ λ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ

$$\lambda = \frac{\Delta Q}{\Delta l} \tag{1.24}$$

ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ Δl ਸੂਖਮ ਪੱਧਰ ਤੇ ਤਾਰ ਦਾ ਰੇਖੀ ਖੰਡ ਹੈ। ਪਰ ਸੂਖਮ ਚਾਰਜਿਤ ਖੰਡਾ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਸੰਖਿਆ ਇਸ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ ਅਤੇ ΔQ ਇਸੇ ਰੇਖੀ ਖੰਡ ਵਿੱਚ ਸਮਾਏ ਚਾਰਜ ਹਨ। λ ਦੀ ਇਕਾਈ C/m ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਆਇਤਨੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ (ਸਰਲ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਜਿਸਨੂੰ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਵੀ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਵੀ

$$\rho = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \tag{1.25}$$

ਦੁਆਰਾ ਕਿਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇੱਥੇ ΔQ ਵੱਡੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਛੋਟੇ ਆਇਤਨ ਖੰਡ ΔV ਵਿੱਚ ਸਮਾਏ ਉਹ ਚਾਰਜ ਹਨ ਜੋ ਸੂਖਮ ਚਾਰਜਿਤ ਖੰਡਾਂ ਦੀ ਵਿਸ਼ਾਲ ਸੰਖਿਆ ਨੂੰ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕਰਦੇ ਹਨ। ρ ਦੀ ਇਕਾਈ C/m^3 ਹੈ।

ਇੱਥੇ ਨਿਰੰਤਰ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਸਾਡੀ ਧਾਰਨਾ ਯੰਤ੍ਰਿਕੀ ਵਿੱਚ ਸਾਡੇ ਦੁਆਰਾ ਅਪਨਾਈ ਗਈ ਨਿਰੰਤਰ ਪੁੰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਦੇ ਹੀ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਕਿਸੇ ਦ੍ਰਵ ਦੇ ਘਣਤਾ ਦਾ ਉਲੇਖ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉਸ ਸਮੇਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਉਸਦੇ ਸਥੂਲ ਘਣਤਾ ਦਾ ਹੀ ਉੱਲੇਖ ਕਰ ਰਹੇ ਹੁੰਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਦ੍ਰਵ ਨੂੰ ਇੱਕ ਅਖੰਡ ਤਰਲ ਮੰਨ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਉਸਦੀ ਖੰਡਿਤ ਆਣਵਿਕ ਰਚਨਾ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ।

ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ [ਸਮੀਕਰਨ (1.10)] ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਗਭਗ ਇਸੇ ਢੰਗ ਨਾਲ ਅਖੰਡ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨ ਵਿੱਚ ਅਖੰਡ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ρ ਹੈ। ਕੋਈ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ O ਚੁਣੋ ਅਤੇ ਮੰਨ ਲਓ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦਾ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{r}$ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ρ ਇਕ, ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਵੱਖ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਭਾਵ ਇਹ $\mathbf{r}$ ਦਾ ਫਲਨ ਹੈ। ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਨੂੰ ΔV ਸਾਈਜ਼ ਦੇ ਛੋਟੇ ਆਇਤਨ ਖੰਡਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰੋ। ਆਇਤਨ ਖੰਡ ΔV ਵਿਚ ਚਾਰਜ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $\rho \Delta V$ ਹੈ।

ਹੁਣ ਸਥਿਤੀ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{R}$ ਦੇ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਵਿਆਪਕ ਬਿੰਦੂ P (ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਬਾਹਰ) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਚਿੱਤਰ (1.24)। ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜ $\rho \Delta V$ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

$$\Delta \mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\rho \, \Delta V}{r'^2} \hat{\mathbf{r}}' \tag{1.26}$$

ਇਥੇ r' ਚਾਰਜਖੰਡ ਅਤੇ P ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਹੈ, ਅਤੇ $\hat{\mathbf{r}}'$ ਚਾਰਜਖੰਡ ਤੋਂ P ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ। ਸੁਪਰਪੋਜ਼ੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੁਆਰਾ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕੁਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਆਇਤਨ ਖੰਡਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

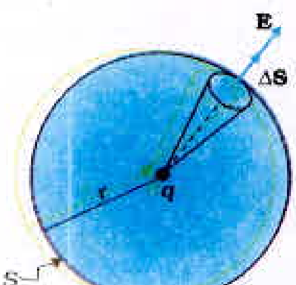
$$\mathbf{E} \cong \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{\text{ਸਾਰੇ } \Delta V} \frac{\rho \, \Delta V}{r'^2} \hat{\mathbf{r}}' \tag{1.27}$$

---

* ਸੂਖਮ ਪੱਧਰ ਤੇ, ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਲਗਾਤਾਰ ਜਾਂ ਨਿਰੰਤਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਵਖਰੇ ਵਖਰੇ ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਚਾਰਜ ਰਹਿਤ ਮੱਧਵਰਤੀ ਸਥਾਨ ਦੁਆਰਾ ਵਖਰੇ-ਵਖਰੇ ਕੀਤੇ ਗਏ ਹਨ।

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ρ, r', $\hat{\mathbf{r}}'$ ਸਾਰਿਆਂ ਦੇ ਮਾਨ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਤੇ ਪਰਵਰਤਿਤ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਅਸਲ ਗਣਿਤਿਕ ਵਿਧੀ ਵਿੱਚ ਸਾਨੂੰ $\Delta V \to 0$ ਲੈਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਿਰ ਇਹ ਯੋਗ ਸਮਾਕਲਨ (integral) ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਸਰਲਤਾ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਨਾਲ ਇਸ ਚਰਚਾ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇੱਥੇ ਹੀ ਛੱਡ ਰਹੇ ਹਾਂ। ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਅਤੇ ਸੁਪਰਪੋਜ਼ੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਕਿਸੇ ਵੀ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਲਈ ਭਾਵ ਉਹ ਖੰਡਿਤ ਹੋਵੇ ਜਾਂ ਅਖੰਡਿਤ ਅਤੇ ਅੰਸ਼ਿਕ ਖੰਡਿਤ ਜਾਂ ਅੰਸ਼ਿਕ ਅਖੰਡਿਤ ਹੋਵੇ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

1.14 ਗੱਸ ਨਿਯਮ GAUSS S LAW



ਚਿੱਤਰ 1.25 ਉਸ ਗੋਲੇ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਜਿਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q ਸਥਿਤ ਹੈ।

ਬਿਜਲਈ ਫਲੱਕਸ ਦੀ ਅਵਧਾਰਨਾ ਦੇ ਸਰਲ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਆਓ ਕਿਸੇ r ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਇੱਕ ਗੋਲੇ ਜਿਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q ਸਥਿਤ ਹੈ, ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੀਏ। ਚਿੱਤਰ 1.25 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਇਸ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ

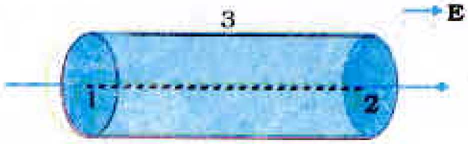
$$\Delta\phi = \mathbf{E}\cdot\Delta\,\mathbf{S} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\hat{\mathbf{r}}\cdot\Delta\mathbf{S} \tag{1.28}$$

ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ $\hat{\mathbf{r}}$ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਖੇਤਰਖੰਡ ਵੱਲ ਅਰਧਵਿਆਸ ਵੈਕਟਰ (radius vector) ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੈ। ਹੁਣ ਕਿਉਂਕਿ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਰੇਖਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਖੇਤਰਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਅਤੇ $\hat{\mathbf{r}}$ ਦੋਨੇ ਇੱਕ ਹੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ

$$\Delta\phi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\, r^2}\,\Delta S \tag{1.29}$$

ਕਿਉਂਕਿ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ r ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ 1 ਹੈ।

ਗੋਲੇ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲੱਕਸ ਸਾਰੇ ਖੇਤਰ ਖੰਡਾਂ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਫਲੱਕਸਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 1.26 ਸਿਲੰਡਰ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਲੰਘਣ ਵਾਲੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਫਲਕਸ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ

$$\phi = \sum_{\text{ਸਾਰੇ } \Delta S} \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\, r^2}\,\Delta S$$

ਕਿਉਂਕਿ ਗੋਲੇ ਦਾ ਹਰੇਕ ਖੇਤਰਖੰਡ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$\phi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\, r^2}\sum_{\text{ਸਾਰੇ } \Delta S}\Delta S = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\, r^2}S$$

ਹੁਣ, ਕਿਉਂਕਿ ਗੋਲੇ ਦਾ ਕੁਲ ਸਹਿਤ ਖੇਤਰ $S = 4\pi r^2$ ਹੈ ਇਸ ਲਈ

$$\phi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\, r^2}\times 4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_0} \tag{1.30}$$

ਸਮੀਕਰਨ (1.30) ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਵਿਆਪਕ ਨਤੀਜੇ ਜਿਸਨੂੰ ਗੱਸ ਨਿਯਮ (Gausss Law) ਆਖਦੇ ਹਨ ਦਾ ਇੱਕ ਸਰਲ ਨਮੂਨਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਬਿਨ੍ਹਾਂ ਸਬੂਤ ਦੇ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਉਲੇਖ ਕਰਦੇ ਹਾਂ :—

ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ S ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ

$$= q/\varepsilon_0 \tag{1.31}$$

ਇੱਥੇ q ਸਤ੍ਹਾ S ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਹੈ।

ਇਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਇਹ ਗਿਆਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜੇ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਘੇਰਿਆ ਨਹੀਂ ਗਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਉਸ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਚਿੱਤਰ (1.26) ਦੀ ਸਰਲ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸਾਫ਼ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਇੱਥੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਬੰਦ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਵਿਚਾਰ ਕਰ ਰਹੇ ਹਾਂ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਬੇਲਣ ਦਾ ਧੁਰਾ ਇਕ ਸਮਾਨ ਖੇਤਰ **E** ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। ਇਸਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ϕ ਹੈ। $\phi = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3$ ਇੱਥੇ ϕ_1 ਅਤੇ ϕ_2 ਸਿਲੰਡਰ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ 1 ਅਤੇ 2 ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ। ϕ_1 ਅਤੇ ϕ_2 ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਵਕਰਿਤ ਭਾਗ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਫਲਕਸ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਤ੍ਹਾ 3 ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬ **E** ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਫਲਕਸ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ $\phi_3 = 0$ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਸਤ੍ਹਾ 2 ਤੇ ਬਾਹਰਮੁੱਖੀ ਅਭਿਲੰਬ **E** ਦੇ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੈ ਅਤੇ ਸਤ੍ਹਾ 1 ਤੇ ਬਾਹਰਮੁੱਖੀ ਅਭਿਲੰਬ **E** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਵਿਪਰੀਤ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ

$$\phi_1 = \; E S_1, \quad \phi_2 = +E S_2$$

$$S_1 = S_2 = S$$

ਇੱਥੇ S ਗੋਲਾਕਾਰ ਕਾਟ-ਖੰਡ (cross-section) ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਸੰਭਾਵਿਤ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਪਾਓ ਕਿ ਇੱਕ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁਲ ਬਿਜਲੀ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸ਼ੀਂ ਇਸ ਨਤੀਜੇ ਤੇ ਪਹੁੰਚਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ।

ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਸਮੀਕਰਨ (1.31) ਦਾ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਮਹੱਤਵ ਇਸ ਕਾਰਨ ਤੋਂ ਵੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਤੇ ਸੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਸਿਰਫ਼ ਉਹਨਾਂ ਸਰਲ ਕੇਸਾਂ ਤੇ ਹੀ ਲਾਗੂ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਜਿਸ ਤੇ ਅਸੀਂ ਉੱਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕੀਤੇ ਸੀ। ਪਰ ਸਾਰੇ ਕੇਸਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿਚ, ਆਓ ਕੁੱਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਤੱਥਾਂ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦਈਏ—

(i) ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਹਰੇਕ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਭਾਵੇਂ ਉਸਦਾ ਅਕਾਰ ਤੇ ਮਾਪ ਕੁੱਝ ਵੀ ਹੋਵੇ, ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ।

(ii) ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਸਮੀਕਰਨ (1.31) ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਪਦ q ਵਿੱਚ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਘੇਰੇ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਜੋੜ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਇਹ ਚਾਰਜ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕਿਤੇ ਵੀ ਸਥਿਤ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ।

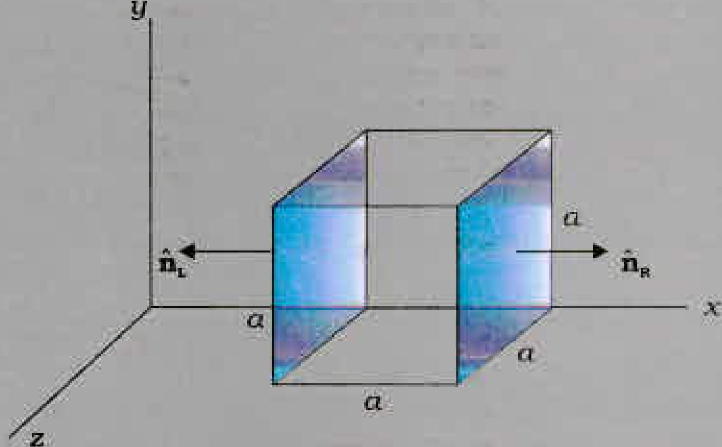
(iii) ਉਹਨਾਂ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਚੋਣ ਕੀਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕੁੱਝ ਚਾਰਜ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਕੁੱਝ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬਾਹਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ [ਜਿਸਦਾ ਫਲਕਸ ਸਮੀਕਰਨ 1.31 ਦੇ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦਾ ਹੈ] S ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਬਾਹਰ ਸਥਿਤ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਦੇ ਪਦ q ਸਿਰਫ਼ S ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ।

(iv) ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਦੇ ਲਈ ਚੁਣੀ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਗੌਸ ਸਤ੍ਹਾ (Gaussian surface) ਆਖਦੇ ਹਨ। ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਵੀ ਗੌਸ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਚੋਣ ਕਰਕੇ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਲਾਗੂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਪਰ ਸਾਵਧਾਨ ਰਹੋ ਗੌਸ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਨਹੀਂ ਗੁਜ਼ਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਚਾਰਜ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਭਲੀਭਾਂਤੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ (ਜਿਵੇਂ ਹੀ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਨਿਕਟ ਜਾਂਦੇ ਹੋ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਾਰੀਆਂ ਹੱਦਾਂ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਵਿਕਸਿਤ ਹੁੰਦਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ) ਐਪਰ ਗੌਸ ਸਤ੍ਹਾ ਅਖੰਡ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਤੋਂ ਲੰਘ ਸਕਦਾ ਹੈ।

(v) ਜਦੋਂ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਸਮਮਿਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪਰਿਕਲਨ ਨੂੰ ਵੱਧ ਅਸਾਨ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਉਪਯੋਗੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਚਿਤ ਗੌਸ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਚੋਣ, ਇਸਨੂੰ ਸੁਵਿਧਾਜਨਕ ਬਣਾ ਦਿੰਦੀ ਹੈ।

(vi) ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਦੇ ਦੂਰੀ ਦੇ ਉੱਲਟ ਵਰਗ ਨਿਰਭਰਤਾ (inverse square dependence) ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ। ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦੀ ਕੋਈ ਵੀ ਉਲੰਘਣਾ ਇਸ ਉਲਟ ਵਰਗ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਵਿਚਲਨ ਦਾ ਸੰਕੇਤ ਕਰੇਗਾ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.11— ਚਿੱਤਰ 1.27 ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਖੰਡ $E_x = \alpha x^{1/2}$, $E_y = E_z = 0$, ਜਿਸ ਵਿੱਚ $\alpha = 800\ \text{N/C m}^{1/2}$ (a) ਘਣ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਅਤੇ (b) ਘਣ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚਾਰਜ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ। $a = 0.1$ m ਮੰਨ ਲਓ।



ਚਿੱਤਰ 1.27

ਹੱਲ—

(a) ਕਿਉਂਕੀ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਿਰਫ਼ x ਖੰਡ ਹੀ ਹੈ, x ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਲਈ, $\mathbf{E}$ ਅਤੇ $\Delta\mathbf{S}$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਕੋਣ $\pm \pi/2$ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਫਲਕਸ $\phi = \mathbf{E}.\Delta\mathbf{S}$ ਘਣ ਦੇ ਸਿਰਫ਼ ਦੋ ਛਾਇਆ ਅੰਕਿਤ ਫਲਕਾਂ ਨੂੰ ਛੱਡਕੇ ਬਾਕੀ ਸਾਰੇ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਲਈ ਵੱਖ ਵੱਖ ਰੂਪ ਤੋਂ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਹੁਣ, ਖੱਬੇ ਫਲਕ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$E_L = \alpha x^{1/2} = \alpha a^{1/2}$

(ਕਿਉਂਕੀ ਖੱਬੇ ਫਲਕ ਤੇ $x = a$).

ਸੱਜੇ ਫਲਕ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$E_R = \alpha\, x^{1/2} = \alpha\,(2a)^{1/2}$

(ਕਿਉਂਕੀ ਸੱਜੇ ਫਲਕ ਤੇ $x = 2a$).

ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਕ੍ਰਮਵਾਰ ਫਲਕਸ ਹਨ

$\phi_L = \mathbf{E}_L\cdot\Delta\mathbf{S} = \Delta S\,\mathbf{E}_L\cdot\hat{\mathbf{n}}_L = E_L\,\Delta S\cos\theta = \ E_L\,\Delta S$, ਕਿਉਂਕੀ $\theta = 180°$

$= -E_L a^2$

$\phi_R = \mathbf{E}_R\cdot\Delta\mathbf{S} = E_R\,\Delta S\cos\theta\ = E_R\,\Delta S$, ਕਿਉਂਕਿ $\theta = 0°$

$= E_R a^2$

ਘਣ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ

$= \phi_R + \phi_L = E_R a^2 - E_L a^2 = a^2\,(E_R - E_L) = \alpha a^2\,[(2a)^{1/2} - a^{1/2}]$

$= \alpha a^{5/2}\left(\sqrt{2}-1\right)$

$= 800\,(0.1)^{5/2}\left(\sqrt{2}-1\right)$

$= 1.05\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-1}$

(b) ਅਸੀਂ ਘਣ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ q ਨੂੰ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਗਾਊਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਕਿ $\phi = q/\varepsilon_0$ ਅਤੇ $q = \phi\varepsilon_0$, ਇਸ ਲਈ

$q = 1.05 \times 8.854 \times 10^{-12}\ \text{C} = 9.27 \times 10^{-12}\ \text{C}.$

ਉਦਾਹਰਨ 1.12— ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਧਨਾਤਮਕ x ਲਈ, ਧਨਾਤਮਕ x ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਨਾਲ ਪਰ ਰਿਣਾਤਮਕ x ਲਈ, ਰਿਣਾਤਮਕ x ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇਕ ਸਮਾਨ ਹੈ। ਇੱਹ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ $\mathbf{E} = 200\ \hat{\mathbf{i}}$ N/C ਜਦੋਂ ਕੀ $x < 0$ ਅਤੇ $\mathbf{E} = -200\hat{\mathbf{i}}$ N/C ਅਤੇ $x < 0$ ਹੈ। 20 cm ਲੰਬੇ 5 cm ਅਰਧਵਿਆਸ ਦੇ ਕਿਸੇ ਲੰਬ ਵ੍ਰਿਤੀ ਸਿਲੰਡਰ ਦਾ ਕੇਂਦਰ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਧੁਰਾ x ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦਾ ਇਕ ਫਲਕ ਚਿੱਤਰ 1.28 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ $x = +10$ cm ਅਤੇ ਦੂਸਰਾ ਫਲਕ $x = -10$ cm ਤੇ ਹੈ। (a) ਹਰੇਕ ਚਪਟੇ ਫਲਕ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਫਲਕਸ ਕਿੰਨ੍ਹਾ ਹੈ? (b) ਸਿਲੰਡਰ ਦੇ ਬਾਹਰ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਕਿੰਨ੍ਹਾ ਹੈ? (c) ਸਿਲੰਡਰ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁਲ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਫਲਕਸ ਕਿੰਨਾ ਹੈ? (d) ਸਿਲੰਡਰ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

ਹੱਲ—

(a) ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਖੱਬੇ ਫਲਕ ਤੇ **E** ਅਤੇ $\Delta\mathbf{S}$ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਬਾਹਰ ਮੁਖੀ ਫਲਕਸ ਹੈ।

$\phi_L = \mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{S} = -200\ \hat{\mathbf{i}}\cdot\Delta\mathbf{S}$

$= +200\ \Delta S$, ਕਿਉਂਕਿ $\hat{\mathbf{i}}\cdot\Delta\mathbf{S} = -\Delta S$

$= +200 \times \pi\,(0.05)^2 = +1.57\ \mathrm{N\,m^2\,C^{-1}}$

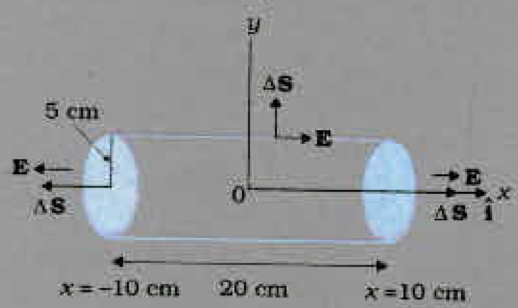
ਸੱਜੇ ਫਲਕ ਤੇ **E** ਅਤੇ $\Delta\mathbf{S}$ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$\phi_R = \mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{S} = +1.57\ \mathrm{N\,m^2\,C^{-1}}$।

(b) ਸਿਲੰਡਰ ਦੇ ਬਾਹਰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ **E** ਖੇਤਰ ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ ਇਸ ਲਈ $\mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{S} = 0$ ਇਸ ਲਈ ਸਿਲੰਡਰ ਦੇ ਬਾਹਰ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ।

(c) ਸਿਲੰਡਰ ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਕੁੱਲ ਬਾਹਰ ਮੁਖੀ ਫਲਕਸ

$\phi = 1.57 + 1.57 + 0 = 3.14\ \mathrm{N\,m^2\,C^{-1}}$



ਚਿੱਤਰ 1.28

(d) ਸਿਲੰਡਰ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮਾਣ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਸਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$q = \varepsilon_0\phi$

$= 3.14 \times 8.854 \times 10^{-12}$ C

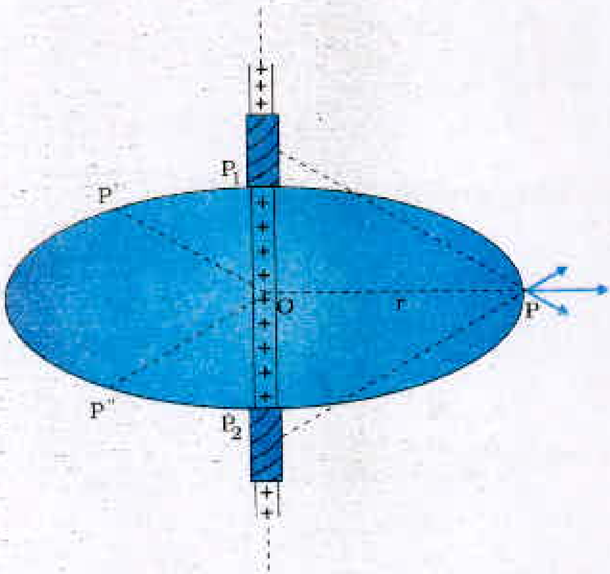
$= 2.78 \times 10^{-11}$ C

1.15 ਗੌਂਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ

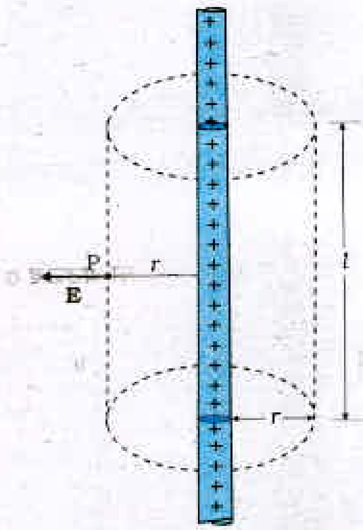
APPLICATIONS OF GAUSS S LAW

ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਉੱਤੇ ਚਰਚਾ ਕਰ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵਿਆਪਕ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਮੀਕਰਨ (1.27) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਕੁਝ ਖਾਸ ਕੇਸਾਂ ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ, ਵਿਵਹਾਰ ਵਿੱਚ, ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਿਲ ਸੰਕਲਨ (ਜਾਂ ਸਮਾਕਲਨ) ਦੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਸਪੇਸ ਦੇ ਸਾਰੇ

ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ, ਵਰਤੋਂ ਵਿੱਚ ਨਹੀਂ ਲਿਆਈ ਜਾ ਸਕਦੀ। ਪਰ ਕੁਛ ਸਮਮਿਤ ਚਾਰਜ ਵੰਡਾਂ ਲਈ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਸਰਲ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨਾ ਸੰਭਵ ਹੈ। ਕੁਛ ਉਦਾਹਰਨਾਂ ਤੋਂ ਇਸਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।



(a)



(b)

ਚਿੱਤਰ 1.29(a) ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਪਤਲੇ ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਰੇਡੀਅਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। (b) ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਵ ਦੇ ਲੰਬੇ ਪਤਲੇ ਤਾਰ ਲਈ ਗੱਸ ਸਤਹਿ।

1.15.1 ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ

Field due to an infinitely long straight uniformly charged wire

ਕਿਸੇ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਵ λ ਦੇ ਸਿੱਧੇ ਪਤਲੇ ਤਾਰ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਕੇ। ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇਹ ਤਾਰ ਇੱਕ ਸਮਮਿਤ ਧੁਰਾ ਹੈ। ਮੰਨ ਲਓ ਅਸੀਂ O ਤੋਂ P ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਰੇਡੀਅਲ ਵੈਕਟਰ ਲੈਕੇ ਇਸਨੂੰ ਤਾਰ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਵਲ ਘੁਮਾਂਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਬਿੰਦੂ P, P', P" ਚਾਰਜਿਤ ਤਾਰ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿਚ ਸੰਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਇਸ ਤੋਂ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹਨਾਂ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਰੇਡੀਅਲ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। (ਜੇ $\lambda > 0$ ਤਾਂ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਅਤੇ ਜੇ $\lambda < 0$ ਤਾਂ ਅੰਤਰਮੁਖੀ)। ਇਹ ਚਿੱਤਰ 1.29 ਤੋਂ ਸਾਫ਼ ਹੈ।

ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਤਾਰ ਦੇ ਰੇਖੀ ਖੰਡਾ P_1 ਅਤੇ P_2 ਦੇ ਜੋੜੇ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਸ ਜੋੜੇ ਦੇ ਦੋ ਖੰਡਾ ਦੁਆਰਾ ਪੈਦਾ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਸੰਕਲਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ। ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਡੀਅਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। [ਰੇਡੀਅਲ ਵੈਕਟਰ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਖੰਡ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਖਾਰਜ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਨ] ਇਹ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਸਾਰਿਆ ਜੋੜਿਆਂ ਦੇ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਕੁਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਡੀਅਲ ਹੈ। ਅੰਤ ਵਿੱਚ, ਕਿਉਂਕੀ ਤਾਰ ਅਨੰਤ ਹੈ, ਤਾਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਬਿੰਦੂ P ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਸੰਖੇਪ ਵਿੱਚ, ਤਾਰ ਨੂੰ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਕੱਟਨ ਵਾਲੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਹਰ ਸਥਾਨ ਤੇ ਰੇਡੀਅਲ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਿਰਫ਼ ਰੇਡੀਅਲ ਦੂਰੀ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਚਿੱਤਰ 1.29(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕਿਸੇ ਵੇਲਨਾਕਾਰ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ। ਕਿਉਂਕੀ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਹਰ ਸਥਾਨ ਤੇ ਰੇਡੀਅਲ ਹੈ, ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆਂ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਭਾਗ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਹੈ ਅਤੇ ਸਿਰਫ਼ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਹੋਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਥਿਰ ਹੈ। ਵਕਰਿਤ ਭਾਗ ਦਾ ਸਤਹਿ ਖੇਤਰਫਲ $2\pi rl$ ਹੈ। ਇੱਥੇ l ਬੇਲਨ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਹੈ।

ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ

= ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਵਕਰਿਤ (curved) ਭਾਗ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ

$= E \times 2\pi rl$

ਸਤਹਿ ਵਿੱਚ $\lambda\, l$ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਚਾਰਜ, ਸ਼ਾਮਿਲ ਹੈ। ਤਦ ਗੌਂਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$E \times 2\pi r l = \lambda l/\varepsilon_0$$

ਜਾਂ $E = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$

ਵੈਕਟਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$\mathbf{E} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}\,\hat{\mathbf{n}} \qquad (1.32)$$

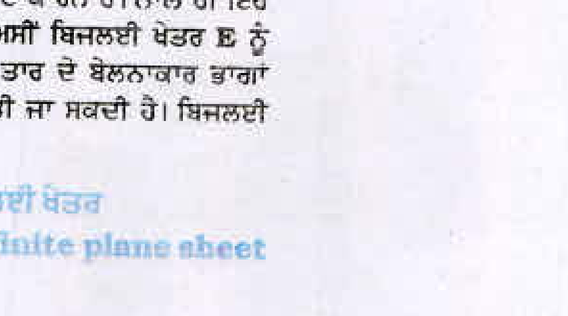
ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਤਾਰ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਰੇਡੀਅਲ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ। ਜਦੋਂ λ ਧਨਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ **E** ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜਦੋਂ λ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ, ਇਹ ਅੰਤਰ ਮੁਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਧਿਆਨ ਦਿਓ, ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਵੈਕਟਰ **A** ਨੂੰ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਤੋਂ ਗਣਿਤ ਅਦਿਸ਼ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਭਾਵ $\mathbf{A} = A\,\hat{\mathbf{a}}$ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਅਦਿਸ਼ **A** ਇਕ ਬੀਜਗਣਿਤਕ ਸੰਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਧਨਾਤਮਕ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਵੀ। ਜੇ $A > 0$ ਹੈ ਤਾਂ **A** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਦੇ ਸਮਾਣ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਜੇ $A < 0$ ਹੈ ਤਾਂ **A** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾਂ $\hat{\mathbf{a}}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਉਲਟ ਹੋਵੇਗੀ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਰਿਣਾਤਮਕ ਮਾਨਾਂ ਤਕ ਸੀਮਿਤ ਰਹਿਣਾ ਚਾਹਿਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਤੀਕ $|\mathbf{A}|$ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ **A** ਦਾ ਮਾਡਿਊਲਸ (ਮਾਪਾਂਕ) ਆਖਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ $|\mathbf{A}| \geq 0$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
ਇਹ ਵੀ ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਉਪਰੋਕਤ ਚਰਚਾ ਵਿੱਚ ਭਾਵੇਂ ਸਤ੍ਹਾਂ (λl) ਦੁਆਰਾ ਘਿਰੇ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਹੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ, ਪਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਪੂਰੇ ਤਾਰ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਇਹ ਮੰਨ ਲੈਣਾ ਕਿ ਤਾਰ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਅਨੰਤ ਹੈ ਇਸ ਕਲਪਨਾ ਦੇ ਬਿਨਾਂ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਨੂੰ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਗੌਂਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਨਹੀਂ ਲੈ ਸਕਦੇ। ਪਰ, ਲੰਬੇ ਤਾਰ ਦੇ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਭਾਗਾਂ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਜਿੱਥੇ ਅੰਤ ਪ੍ਰਭਾਵ (end effects) ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਦੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (1.32) ਬਹੁਤ ਨਿਕਟ ਤਕ ਸਹੀ ਹੈ।

1.15.2 ਇਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਅਨੰਤ ਚਾਦਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ Field due to a uniformly charged infinite plane sheet

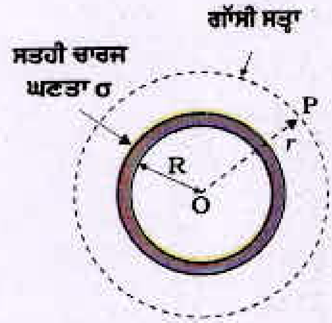
ਮੰਨ ਲਓ ਕਿਸੇ ਅਨੰਤ ਸਮਤਲ ਚਾਦਰ (ਚਿੱਤਰ 1.30) ਦੀ ਇਕ ਸਮਾਨ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਹੈ। ਅਸੀਂ x-ਧੁਰੇ ਨੂੰ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਤਲ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਮੰਣਦੇ ਹਾਂ। ਸਮਮਿਤੀ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ y ਅਤੇ z ਨਿਰਦੇਸ਼ਕਾਂ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰੇਗਾ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਦਿਸ਼ਾ x-ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ।

ਅਸੀਂ ਗੌਂਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ A ਕੱਟ ਖੰਡ ਖੇਤਰਫਲ ਦੇ ਆਇਤਾਕਾਰ ਸਮਾਂਤਰ ਛੇ ਫਲਕ ਵਰਗਾ ਲੈ ਸਕਦੇ ਹਾਂ (ਵੈਸੇ ਤਾਂ ਬੇਲਨਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਵੀ ਇਹ ਕਾਰਜ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ)। ਜਿਵੇਂ ਚਿੱਤਰ ਦੇ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦਾ ਹੈ, ਸਿਰਫ ਦੋ ਫਲਕ 1 ਅਤੇ 2 ਹੀ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਦੇਣਗੇ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੋਰ ਫਲਕਾਂ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਲਈ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਵਿੱਚ ਯੋਗਦਾਨ ਨਹੀਂ ਦਿੰਦੀਆਂ।

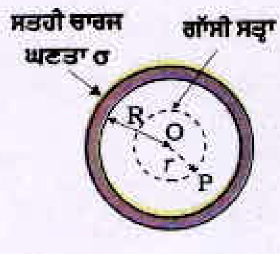


ਚਿੱਤਰ 1.30 ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਅਨੰਤ ਚਾਰਜ ਚਾਦਰ ਦੇ ਲਈ ਗੌਂਸੀ ਸਤਹ

ਸਤ੍ਹਾ 1 ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ $-x$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ ਜਦੋਂਕਿ ਸਤ੍ਹਾ 2 ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ $+x$ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ, ਦੋਨੋਂ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਫਲਕਸ $\mathbf{E}.\Delta\mathbf{S}$ ਬਰਾਬਰ ਹਨ ਅਤੇ ਸੰਯੋਜਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਗੌਂਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲੱਕਸ $2\,EA$ ਹੈ। ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਚਾਰਜ σA ਹੈ। ਇਸਲਈ ਗੌਂਸ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਪ੍ਰਬੰਧ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ–



(a)



(b)

ਚਿੱਤਰ 1.31 ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਲਈ ਜੋ (a) $r > R$, (b) $r < R$ ਤੇ ਹੈ, ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ

$2\,EA = \sigma A/\varepsilon_0$

or, $E = \sigma/2\varepsilon_0$

ਵੈਕਟਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ

$$\mathbf{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{\mathbf{n}} \tag{1.33}$$

ਇਥੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਤਲ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਅਤੇ ਇਸਤੋਂ ਦੂਰ ਜਾਂਦਾ ਹੋਇਆ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ।

ਜੇ σ ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ $\mathbf{E}$ ਤਲ ਤੋਂ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਅਤੇ ਜੇ σ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ $\mathbf{E}$ ਤਲ ਤੋਂ ਅੰਤਰਮੁਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰਕੇ ਸਾਨੂੰ ਇੱਕ ਹੋਰ ਤੱਥ ਇਹ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ $\mathbf{E}$, x ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਕਿਸੇ ਸਿਮਿਤ ਵੱਡੀ ਸਮਤਲੀ ਚਾਦਰ ਦੇ ਲਈ ਸਮੀਕਰਨ (1.33), ਸਿਰਿਆਂ ਤੋਂ ਦੂਰ ਸਮਤਲੀ ਚਾਦਰ ਤੇ ਮੱਧਵਰਤੀ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ ਸਚ ਹੈ।

1.15.3 ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਪਤਲੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ Field due to a uniformly charged thin spherical shell

ਮੰਨ ਲਓ R ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੇ ਪਤਲੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ (shell) ਦੀ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਹੈ (ਚਿੱਤਰ 1.31)। ਸਾਫ਼ ਤੌਰ ਤੇ ਇਸ ਵਿਚ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਮਮਿਤੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਭਾਵੇਂ ਉਹ ਅੰਦਰ ਹੈ ਜਾਂ ਬਾਹਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਿਰਫ਼ r ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇੱਥੇ r ਖੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੱਕ ਦੀ ਰੇਡੀਅਲ ਦੂਰੀ ਹੈ) ਅਤੇ ਇਸ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਰੇਡੀਅਲ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

*(i) **ਖੋਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ***-ਖੋਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਰੇਡੀਅਸ ਵੈਕਟਰ $\mathbf{r}$ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਬਿੰਦੂ P ਤੇ $\mathbf{E}$ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕੇਂਦਰ O ਅਤੇ ਰੇਡੀਅਸ r ਦੇ ਬਿੰਦੂ P ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਗੋਲੇ ਨੂੰ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ। ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਸਾਪੇਖੀ ਇਸ ਗੋਲੇ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਸਮਾਨ ਹੈ। (ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਮਮਿਤੀ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਇਹੀ ਭਾਵ ਹੈ) ਇਸ ਲਈ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸਮਾਨ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰੇਡੀਅਲ ਵੈਕਟਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ $\mathbf{E}$ ਅਤੇ $\Delta\mathbf{S}$ ਸਮਾਂਤਰ ਹਨ ਅਤੇ ਹਰੇਕ ਖੰਡ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ $E\,\Delta S$ ਹੈ। ਸਾਰੇ ΔS ਦਾ ਸੰਕਲਨ ਕਰਨ ਤੇ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕੱਸ $E \times 4\,\pi\,r^2$ ਹੈ। ਘੇਰਿਆ ਚਾਰਜ $\sigma \times 4\,\pi\,R^2$ ਹੈ। ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ —

$$E \times 4\,\pi\,r^2 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,4\,\pi\,R^2$$

ਜਾਂ $E = \dfrac{\sigma\,R^2}{\varepsilon_0\,r^2} = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0\,r^2}$

ਇੱਥੇ $q = 4\,\pi R^2\,\sigma$ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਹੈ

ਵੈਕਟਰ ਰੂਪ ਵਿੱਚ,

$$\mathbf{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\,r^2}\hat{\mathbf{r}} \tag{1.34}$$

ਜੇ $q > 0$ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇ $q < 0$ ਹੈ ਤਾਂ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਅੰਤਰਮੁਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਐਪਰ, ਇਹ ਖੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ O ਤੇ ਸਥਿਤ ਚਾਰਜ q ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਖੋਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ ਦੇ

ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਖੋਲ ਦਾ ਸਾਰਾ ਚਾਰਜ ਉਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ।

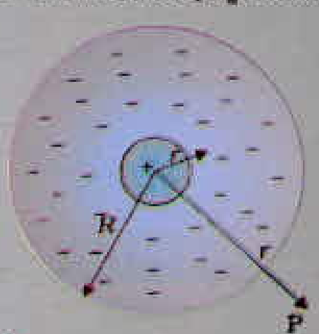
(ii) ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ— ਚਿੱਤਰ 1.31(b) ਵਿੱਚ ਬਿੰਦੂ P ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਹੈ। ਇਸ ਕੇਸ ਵਿਚ ਵੀ ਗੌਸੀ ਸਤਹਿ P ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਉਹ ਗੋਲਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਕੇਂਦਰ O ਹੈ। ਪਹਿਲਾਂ ਕੀਤੇ ਗਏ ਪਰਿਕਲਨਾਂ ਦੀ ਹੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੌਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕੱਸ $E \times 4\pi r^2$ ਹੈ। ਪਰ ਇਸ ਕੇਸ ਵਿੱਚ, ਗੌਸੀ ਸਤਹਿ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਘਿਰਿਆ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਤੱਦ ਗੌਸ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ

$$E \times 4\pi r^2 = 0$$

ਜਾਂ $E = 0 \qquad (r < R)$ (1.35)

ਭਾਵ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਪਤਲੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ* ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਸਦੇ ਅੰਦਰ ਸਥਿਤ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਤੀਜਾ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਸਿੱਧਾ ਸਿੱਟਾ ਹੈ ਜੋ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹਇਆ ਹੈ। ਇਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗਿਕ ਸੱਚਾਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ $1/r^2$ ਦੀ ਨਿਰਭਰਤਾ ਦੀ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕਰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 1.13— ਪਰਮਾਣੂ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ ਵਿਚ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਗਿਆ ਸੀ ਕਿ ਚਾਰਜ Ze ਦਾ ਬਿੰਦੂ ਮਾਪ ਦਾ ਧਨਾਤਮਕ ਨਾਭਿਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਰੇਡੀਅਸ R ਤਕ ਇੱਕਸਮਾਨ ਘਣਤਾ ਦੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਨਾਲ ਘਿਰਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਦਾਸੀਨ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ ਲਈ ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 1.32 ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ

ਹੱਲ— ਚਿੱਤਰ 1.32 ਵਿੱਚ ਇੱਸ ਪ੍ਰਤੀਰੂਪ ਦਾ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਪਰਮਾਣੂ ਉਦਾਸੀਨ (ਨਾਭਿਕ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ Ze + ਰਿਣ ਚਾਰਜ) ਹੈ, ਇਸ ਲਈ R ਰੇਡੀਅਸ ਦੇ ਇੱਕਸਮਾਨ ਗੋਲਾਕਾਰ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਵਿੱਚ ਕੁਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ $-Ze$ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਤੁਰੰਤ ਹੀ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ρ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਉਂਕਿ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਕੁਲ ਸਿਫਰ ਚਾਰਜ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ

$$\frac{4\pi R^3}{3}\rho = 0 - Ze$$

ਜਾਂ $\rho = -\dfrac{3Ze}{4\pi R^3}$

ਨਾਭਿਕ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E(r)}$ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਮਮਿਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\mathbf{E(r)}$ ਦਾ ਨਤੀਜਾ ਕੇਵਲ ਰੇਡੀਅਲ ਦੂਰੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਇੱਥੇ $\mathbf{r}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਕੋਈ ਅਰਥ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਸਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਮੂਲ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ P ਵਲ ਰੇਡੀਅਲ ਵੇਕਟਰ $\mathbf{r}$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ (ਜਾਂ ਵਿਪਰੀਤ) ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਗੌਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਇਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਕੇਂਦਰ ਨਾਭਿਕ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਦੋ ਸਥਿਤੀਆਂ $r < R$ ਅਤੇ $r > R$ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਦੇ ਹਾਂ।

(i) $r < R$: ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤਹਿ ਦੁਆਰਾ ਘਿਰਿਆ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕੱਸ

$$\phi = E(r) \times 4\pi r^2$$

ਉਦਾਹਰਨ 1.13

* ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਭੌਤਿਕੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਜਮਾਤ 11 ਦੇ ਸੈਕਸ਼ਨ 8.5 ਵਿਚ ਵਰਣਿਤ ਇਕਸਮਾਨ ਪੁੰਜ ਵਾਲੇ ਖੋਲ ਨਾਲ ਕਰੋ।

ਇੱਥੇ $E(r)$, r ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਕਾਰਨ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸਤਹਿ ਦੇ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਤਹਿ ਦੇ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਸਮਾਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇੱਥੇ ਗੌਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਘਿਰਿਆ ਚਾਰਜ q ਧਨਾਤਮਕ ਨਾਭਿਕੀ ਚਾਰਜ ਅਤੇ r ਰੇਡੀਅਸ ਦੇ ਗੋਲੇ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ ਹੈ

$$q = Ze + \frac{4\pi r^3}{3}\rho$$

ਪਹਿਲੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ρ ਦਾ ਮਾਣ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$q = Ze - Ze\frac{r^3}{R^3}$$

ਤਦ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ—

$$E(r) = \frac{Ze}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r^2} - \frac{r}{R^3}\right); \quad r < R$$

ਇੱਥੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ, ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਬਾਹਰ ਵੱਲ ਹੈ।

(ii) $r > R$: ਇਸ ਕੇਸ ਵਿਚ, ਕਿਉਂਕਿ ਪਰਮਾਣੂ ਉਦਾਸੀਨ ਹੈ, ਗੋਲਾਕਾਰ ਗੌਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਘਿਰਿਆ ਚਾਰਜ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਤੋਂ

$E(r) \times 4\pi r^2 = 0$ or $E(r) = 0$; $r > R$

At $r = R$, ਤੇ ਦੋਨੋਂ ਕੇਸਾ ਤੋਂ ਬਰਾਬਰ ਨਤੀਜਾ $E = 0$ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਸਮਮਿਤੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ON SYMMETRY OPERATIONS

ਭੌਤਿਕੀ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਵੱਖ ਵੱਖ ਸਮਮਿਤੀ ਦੇ ਸਿਸਟਮਾਂ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਸਾਮਨਾ ਹੁੰਦਾ ਹੀ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਮਮਿਤੀਆ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰਨਾ ਸਿੱਧੇ-ਸਿੱਧੇ ਪਰਿਕਲਨਾ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੱਧ ਤੇਜੀ ਨਾਲ ਨਤੀਜੇ ਤਕ ਪਹੁੰਚਣੇ ਵਿੱਚ ਸਹਾਈ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਣ ਲਈ y-z ਤਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਚਾਰਜ ਦੀ ਇੱਕਸਮਾਨ ਚਾਦਰ (ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ) ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਹ ਸਿਸਟਮ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਜੇ (a) y-z ਤਲ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। (b) x-ਧੁਰੇ ਵੱਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਕੋਣ ਤੇ ਘੁਮਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਇਹ ਸਿਸਟਮ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਮਮਿਤੀ ਕਿਰਿਆਵਾਂ ਦੇ ਅਧੀਨ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸਦੇ ਗੁਣਧਰਮ ਵੀ ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਰਹਿਣੇ ਚਾਹਿਦੇ ਹਨ। ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿਚ, ਇਸ ਉਦਾਹਰਨ ਵਿਚ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਅਪਰਿਵਰਤਿਤ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ।

y-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰੀ n ਸਮਿਤੀ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ $(0, y_1, 0)$ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $(0, y_2, 0)$ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ z-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਸਥਾਨਾਂਤਰੀ ਸਮਮਿਤੀ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ $(0, 0, z_1)$ ਅਤੇ $(0, 0, z_2)$ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਬਰਾਬਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ। x-ਧੁਰੇ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਰੋਟੇਸ਼ਨ ਸਮਮਿਤੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਕੱਢ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ **E** y-z ਤਲ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ ਭਾਵ ਇਹ x-ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਣਾ ਚਾਹਿਦਾ ਹੈ।

ਹੁਣ ਕਿਸੇ ਇਹੋ ਜਿਹੀ-ਸਮਮਿਤੀ ਨੂੰ ਸੋਚਣ ਦਾ ਯਤਨ ਕਰੋ ਜੋ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਦੱਸੇ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਇਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ, ਜੋ x-ਨਿਰਦੇਸ਼ਾਂਕ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਹ ਕਿਹਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਇਕ ਸਮਾਨ ਚਾਲਕ ਚਾਦਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਪੇਸ ਵਿਚ ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਐਪਰ ਚਾਦਰ ਦੇ ਦੋਨੋ ਪਾਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇੱਕ-ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਉਲਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਉਹਨਾ ਨਤੀਜਿਆਂ ਤੋਂ ਕਰੋ ਜੋ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦੁਆਰਾ ਸਿੱਧੇ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰਕੇ ਨਤੀਜੇ ਤਕ ਪਹੁੰਚਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੋਵੇ।

ਵਿਚਾਰਨਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (POINTS TO PONDER)

1. ਤੁਹਾਨੂੰ ਇਹ ਹੈਰਾਨੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ ਕਿ ਨਾਭਿਕ ਵਿਚ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਤੇ ਧਨ ਚਾਰਜ ਹੈ, ਸਾਰੇ ਇੱਕ ਸਾਰ ਕੱਸੇ ਹੋਏ ਕਿਵੇਂ ਸਮਾਏ ਹਨ। ਉਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਦੂਰ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਉੱਡ ਜਾਂਦੇ? ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਸਿੱਖੋਗੇ ਕਿ ਇੱਕ ਤੀਜੇ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਮੂਲ ਬਲ ਵੀ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ ਸਟਰਾਂਗ ਫੋਰਸ (Strong Force) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਹੀ ਬਲ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਾਥ ਬੰਨੀ ਰੱਖਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਦੂਰੀ ਦੀ ਉਹ ਰੇਂਜ (range) ਜਿਸ ਵਿਚ ਇਹ ਬਲ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਬਹੁਤ ਛੋਟੀ -10^{-14} m ਮੀ. ਹੈ। ਅਸਲੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਹ ਹੀ ਨਾਭਿਕ ਦਾ ਸ਼ਾਇਜ਼ ਹੈ। ਨਾਲ ਹੀ ਕਵਾਂਟਮ ਮਕੈਨਿਕਸ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਅਨੁਸਾਰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰੋਟਾਨਾਂ ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ ਤੇ ਭਾਵ ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਬੈਠਣ ਦੀ ਵੀ ਅਨੁਮਤੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਸੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਮਾਣੂਆਂ ਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਰਚਨਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੈ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੀ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਹੋਂਦ ਹੈ।
2. ਕੂਲਮ ਬਲ ਅਤੇ ਗਰੂਤਾ ਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਸਮਾਨ ਉੱਲਟ ਵਰਗ ਨਿਯਮ (Inverse-Square Law) ਦਾ ਪਾਲਨ ਕਰਦੇ ਹਨ, ਪਰ ਗਰੂਤਾ ਆਕਸ਼ਨ ਬਲ ਦਾ ਸਿਰਫ਼ ਇੱਕ ਹੀ ਚਿੰਨ੍ਹ (ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਕਰਸ਼ੀ) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂਕਿ ਕੂਲਮ ਬਲ ਦੇ ਦੋਵੇ ਚਿੰਨ੍ਹ (ਆਕਰਸ਼ੀ ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਰਸ਼ੀ) ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ, ਜਿਸ ਨਾਲ ਬਿਜਲੀ ਬਲਾਂ ਦਾ ਖਾਰਜਪਨ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਬਹੁਤ ਦੁਰਬਲ ਬਲ ਹੋਣ ਤੇ ਵੀ ਗੁਰਤਾ ਬਲ ਵੀ ਇੱਕ ਪ੍ਰਬਲ ਅਤੇ ਹੋ ਵਿਆਪਕ ਬਲ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ।
3. ਜੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਨੂੰ ਕੂਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਹੈ ਤਾਂ ਕੂਲਮ ਦੇ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਅਨੁਪਾਤਕਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਦੀ ਇਕ ਚੋਣ ਦਾ ਵਿਸ਼ਾ ਹੈ, ਪਰ SI ਮਾਤਰਕਾਂ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਧਾਰਾ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਐਮਪੀਅਰ (A) ਨੂੰ ਉਸੇ ਦੇ ਚੁੰਬਕ ਪ੍ਰਭਾਵ (ਐਮਪੀਅਰ ਨਿਯਮ) ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ (ਕੂਲਮ) ਨੂੰ ਸਿਰਫ਼ ($1C = 1$ A s) ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕੇਸ ਵਿੱਚ k ਦਾ ਮਾਨ ਮਨਮਾਨਾ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਲਗਪਗ 9×10^{9} N m^{2} C^{-2} ਹੈ।
4. ਸਥਿਰ ਅੰਕ k ਦਾ ਬਹੁਤ ਅਧਿਕ ਮਾਨ ਭਾਵ ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ (1C) ਦਾ ਵੱਡਾ ਅਕਾਰ (ਮਾਨ) ਇਸ ਕਾਰਨ ਤੋਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ (ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਬਿੰਦੂ ਤਿੰਨ ਤੇ ਉਲੇਖ ਕੀਤਾ ਜਾ ਚੁੱਕਾ ਹੈ) ਚਾਰਜ ਦੇ ਮਾਤਰਕ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲਾਂ (ਬਿਜਲੀ ਵਾਹੀ ਤਾਰਾਂ ਤੇ ਲੱਗੇ ਬਲਾਂ) ਦੇ ਪਦਾਂ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਵਿਆਪਕ ਰੂਪ ਤੋਂ ਬਿਜਲਈ ਬਲਾਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਦੁਰਬਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਇੱਕ ਐਮਪੀਅਰ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਲਈ ਯੁਕਤੀ ਸੰਗਤਮਾਤਰਕ ਹੈ। 1 C = 1 As ਬਿਜਲੀ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦੇ ਲਈ ਇਕ ਅਤਿਅੰਤ ਵੱਡਾ ਮਾਤਰਕ ਹੈ।
5. ਚਾਰਜ ਦਾ ਜੋੜ ਗੁਣਧਰਮ ਕੋਈ ਸਿੱਧਾ ਸਪੱਸ਼ਟ ਗੁਣਧਰਮ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਇਸ ਤੱਤ ਤੋਂ ਸਬੰਧਿਤ ਹੈ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਕੋਈ ਦਿਸ਼ਾ ਸੰਬੰਧਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਚਾਰਜ ਇੱਕ ਅਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ।
6. ਚਾਰਜ ਸਿਰਫ਼ ਰੋਟੇਸ਼ਨ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਹੀ ਅਦਿਸ਼ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਉਮੀਦਨ ਗਤੀ ਵਿੱਚ ਵੀ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਫਰੇਮਾਂ ਲਈ ਵੀ ਅਚਰ ਹੈ। ਇਹ ਕਥਨ ਹਰੇਕ ਆਦਿ ਦੇ ਲਈ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸੱਚ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਗਤਿਜ ਊਰਜਾ ਰੋਟੇਸ਼ਨ ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਅਦਿਸ਼ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਉਮੀਦਨ ਗਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਫਰੇਮਾਂ ਦੇ ਲਈ ਅਚਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਜਾਂ ਇਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਪੁੰਜ ਵੀ ਅਚਰ ਨਹੀਂ ਹੈ।
7. ਕਿਸੇ ਆਈਸੋਲੇਟਿਡ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਦਾ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਇੱਕ ਇਹੋ ਜਿਸ ਗੁਣਧਰਮ ਹੈ ਜੋ ਬਿੰਦੂ 6 ਦੇ ਅੰਤਰਗਤ ਚਾਰਜ ਦੀ ਅਦਿਸ਼ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ। ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨਿਰਦੇਸ਼ ਫਰੇਮ ਵਿੱਚ ਸਮੇਂ ਦੀ ਅਪਰਵਰਤਨਸ਼ੀਲਤਾ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕੋਈ ਰਾਸ਼ੀ ਅਦਿਸ਼ ਹੁੰਦੇ ਹੋਏ ਵੀ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਸਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀ ਦਾ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। (ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਕਿਸੇ ਆਈਸੋਲੇਟਿਡ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੋਈ ਸੰਵੇਗ ਸੁਰੱਖਿਅਣ।
8. ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਕੁਦਰਤ ਦਾ ਮੂਲ ਨਿਯਮ ਹੈ, ਜਿਸਦੀ ਅਜੇ ਤੱਕ ਵਿਆਖਿਆ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਰੋਚਿਕ ਤੱਤ ਹਿ ਹੈ ਕਿ ਪੁੰਜ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਦਾ ਕੋਈ ਅਨੁਰੂਪ ਨਿਯਮ ਨਹੀਂ ਹੈ।
9. ਸੁਪਰ ਪੁਜੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਬਿਲਕੁਲ ਸਪੱਸ਼ਟ ਨਹੀਂ ਮੰਨਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਵੈਕਟਰਾਂ ਦੇ ਜੋੜ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੇ ਸਮਾਨ ਨਹੀਂ ਮੰਨਦਾ ਚਾਹੀਦਾ। ਇਹ ਸਿਧਾਂਤ ਦੋ ਗੱਲਾਂ ਦੱਸਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਦੂਜੇ ਚਾਰਜ ਕਾਰਨ ਬਲ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਉਪਸਿਥਿਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਇਹ ਕੋਈ ਅਤਿਰਿਕਤ ਤਿੰਨ ਪਿੰਡੀ, ਚਾਰ ਪਿੰਡੀ ਆਦਿ ਬਲ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ ਜੋ ਸਿਰਫ਼ ਤਦੋਂ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂ ਦੋ ਤੋਂ ਵੱਧ ਚਾਰਜ ਹੋਣ।
10. ਕਿਸੇ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੰਡਿਤ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਅਖੰਡ ਆਇਤਨ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਵਿਤਰਨ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ

ਪ੍ਰਭਾਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਲਈ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਆਰ-ਪਾਰ ਖੰਡਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

11. ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਾਰੇ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ; ਉਹਨਾਂ ਦੂਰੀਆਂ ਦੇ ਲਈ ਜੋ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਅਕਾਰ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਡੀ ਹੈ, ਇਸਦੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਕਮੀ $1/r^2$ ਤੋਂ ਵੀ ਵੱਧ ਤੀਬਰ ਗਤੀ ਨਾਲ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਕਿਸੇ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਇੱਕ ਸਰਲਤਮ ਉਦਾਹਰਨ ਹੈ।

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਬਿਜਲਈ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਪਰਮਾਣੂਆਂ, ਅਣੂਆਂ ਅਤੇ ਸਥੂਲ ਮਾਦੇ (bulk matter) ਦਾ ਨਿਰਧਾਰਣ ਕਰਦੇ ਹਨ।
2. ਰਗੜ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਸਰਲ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਕੱਢਿਆ ਦਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਦੋ ਤਰਾਂ ਦੇ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਮਾਨ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਚਾਰਜ ਵਿੱਚ ਅਕਰਸ਼ਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਪਰਾ ਅਨੁਸਾਰ, ਰੇਸ਼ਮ ਨਾਲ ਰਗੜਨ ਤੇ ਕੱਚ ਦੀ ਛੱੜ ਉੱਤੇ ਧਨਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਫਰ ਨਾਲ ਰਗੜਨ ਤੇ ਪਲਾਸਟਿਕ ਦੀ ਛੜ ਤੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
3. ਚਾਲਕ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚ ਕੀ ਹੋਕੇ ਸਰਲਤਾ ਨਾਲ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦੀ ਗਤੀ ਹੋਣ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਜਦੋਂਕਿ ਬਿਲਜ-ਰੋਧੀ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ। ਧਾਤਾਂ ਵਿੱਚ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ; ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਲਾਈਟਸ (electrolytes) ਵਿੱਚ ਧਨਚਾਰਜ ਅਤੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਦੋਵੇ ਹੀ ਗਤੀ ਕਰਦੇ ਹਨ।
4. ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਤਿੰਨ ਗੁਣਧਰਮ ਹੁੰਦੇ ਹਨ : ਕਵਾਂਟਮੀਕਰਨ, ਜੋੜਤਾ ਅਤੇ ਸੁਰਖਿਅਣ।

   ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਤੋਂ ਭਾਵ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ (q) ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਹੀ ਚਾਰਜ ਦੇ ਇੱਕ ਮੂਲ ਕਵਾਂਟਮ (e) ਦੇ ਪੂਰਨ ਅੰਕੀ ਗੁਣਜ ਭਾਵ $q = n\,e$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਿੱਥੇ $n = 0, \pm1, \pm2, \pm3$ ਹੈ। ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਲੜੀਵਾਰ $+e$ ਅਤੇ $-e$ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਥੂਲ ਚਾਰਜਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਲਈ n ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਸੰਖਿਆ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

   ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਜੋੜਤਾ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਭਾਵ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਉਸ ਸਿਸਟਮ ਦੇ ਸਾਰੇ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਬੀਜ ਗਣਿਤਿਕ ਜੋੜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

   ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਸੁਰੱਖਿਅਣ ਤੋਂ ਸਾਡਾ ਭਾਵ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਆਈਸੋਲੇਟਿਡ (isolated system) ਦਾ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਅਪਰਵਰਤਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਅਰਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ ਰਗੜ ਦੁਆਰਾ ਵਸਤੂਆਂ ਚਾਰਜਿਤ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਤਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਵਸਤੂ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਵਸਤੂ ਵਿੱਚ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰ ਇਸ ਪ੍ਰੀਕਿਆ ਵਿੱਚ ਨਾ ਤਾਂ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਨਾ ਹੀ ਨਸ਼ਟ ਹੁੰਦਾ।
5. *ਕੁਲਮ ਨਿਯਮ* : ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜਾਂ q_1 ਅਤੇ q_2 ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਪਰਸਪਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ, ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਗੁਣਨਫਲ q_1q_2 ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ r_{21} ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਗਣਿਤਕ ਰੂਪ ਵਿੱਚ

   $\mathbf{F}_{21}$ = q_2 ਤੇ q_1 ਕਾਰਨ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਬਲ $q_1 = \dfrac{k\ (q_1q_2)}{r_{21}^2}\ \hat{\mathbf{r}}_{21}$

   ਇੱਥੇ $\hat{\mathbf{r}}_{21}$ ਚਾਰਜ q_1 ਤੋਂ q_2 ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਅਤੇ $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

   ਅਨੁਪਾਤਕਤਾ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ। SI ਇਕਾਈ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਦੀ ਇਕਾਈ ਕੁਲਮ ਹੈ ਸਥਿਰ ਅੰਕ
   $\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\,C^2\,N^{-1}\,m^{-2}$
   k ਦਾ ਨਿਕਟ ਮਾਨ $k = 9 \times 10^9\ N\,m^2\,C^{-2}$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
6. ਕਿਸੇ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਤੇ ਗਰੁਤਾਆਕਰਸ਼ਨ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਪਾਤ ਹੈ

   $$\frac{ke^2}{G\ m_e m_p} \cong 2.4 \times 10^{39}$$

7. *ਸੁਪਰ-ਪੋਜੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ*— ਇਹ ਸਿਧਾਂਤ ਇਸ ਗੁਣਧਰਮ ਤੇ ਅਧਾਰਿਤ ਹੈ ਕਿ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਅਕਰਸ਼ੀ ਅਤੇ ਅਪਕਰਸ਼ੀ ਬਲ ਕਿਸੇ ਤੀਸਰੇ (ਜਾਂ ਹੋਰ) ਚਾਰਜ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੇ। ਚਾਰਜਾਂ $q_1, q_2, q_3, ...$ ਦੇ ਕਿਸੇ ਸਮੂਹ ਦੇ ਲਈ ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਜਿਵੇਂ (q_1) ਤੇ ਬਲ, q_1 ਤੇ q_2 ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ q_1 ਤੇ q_3 ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਲ ਆਦਿ ਦੇ ਵੈਕਟਰ ਜੋਗ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਜੋੜੇ ਦੇ ਲਈ ਇਹ ਬਲ ਪਹਿਲੇ ਦੱਸੇ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਦੁਆਰਾ ਹੀ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

8. ਕਿਸੇ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ **E** ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਧਨਾਤਮਕ ਪ੍ਰੀਖਣ ਚਾਰਜ (Test Charge) q ਨੂੰ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰੱਖਣ ਤੇ ਉਸ ਦੁਆਰਾ ਅਨੁਭਵ ਕੀਤੇ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਬਲ ਨੂੰ ਉਸ ਚਾਰਜ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੁਆਰਾ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਨ ਤੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਕੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ q ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਕੋਈ ਪਰਿਮਾਣ $|q|/4\pi\varepsilon_0 r^2$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ; ਜੇਕਰ q ਧਨਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਖੇਤਰ ਰੇਡੀਅਲ ਬਾਹਰਮੁੱਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇ q ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਰੇਡੀਅਲ ਅੰਤਰਮੁੱਖੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕੂਲਮ ਬਲ ਦੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਸੁਪਰਪੁਜੀਸ਼ਨ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਸੰਤੁਸ਼ਟ ਕਰਦਾ ਹੈ।

9. ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਵਕਰ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖਿਚਿਆ ਗਿਆ ਸਪਰਸ਼ੀ (Tangent) ਵਕਰ ਦੇ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੱਸਦਾ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸਪੇਖਿਕ ਸੰਘਣਤਾ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸਾਪੇਖਿਕ ਤੀਬਰਤਾ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਤੀਬਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੇੜੇ ਅਤੇ ਦੁਰਬਲ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਕਾਫ਼ੀ ਦੂਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਤੋਂ ਇਕ ਸਮਾਨ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਮਾਂਤਰ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।

10. ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀਆਂ ਕੁੱਝ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ਤਾਵਾਂ ਹਨ (i) ਚਾਰਜ ਮੁਕਤ ਸਪੇਸ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਅਖੰਡ ਵਕਰ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਜੋ ਕਦੇ ਨਹੀਂ ਟੁੱਟਦੀ (ii) ਦੋ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਕਦੇ ਵੀ ਨਹੀਂ ਕੱਟ ਸਕਦੀਆਂ (iii) ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਧਨ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਆਰੰਭ ਹੋ ਕੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੇ ਸਮਾਪਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਬੰਦ ਲੂਪ ਨਹੀਂ ਬਣਾ ਸਕਦੀਆਂ।

11. ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਪਰਿਮਾਣ ਵਿੱਚ ਸਮਾਨ ਵਿਜਾਤੀ ਦੋ ਚਾਰਜਾਂ q ਤੇ $-q$ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ $2a$ ਹੋਵੇ ਦਾ ਜੁਗਮ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਵੈਕਟਰ **p** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $2qa$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ $-q$ ਤੋਂ q ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

12. ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਇਸਦੇ ਵਿਸ਼ੂਵਤੀ ਸਮਤਲ (ਭਾਵ ਇਸਦੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਅਤੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਸਮਤਲ) ਤੇ ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ

$$\mathbf{E} = \frac{-\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{(a^2+r^2)^{3/2}}$$

$$\cong \frac{-\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_0 r^3}, \ (r >> a \text{ ਦੇ ਲਈ})$$

ਡਾਈਪੋਲ ਧੁਰੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ ਡਾਈਪੋਲ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ

$$\mathbf{E} = \frac{2\mathbf{p}r}{4\pi\varepsilon_0(r^2-a^2)^2}$$

$$\cong \frac{2\mathbf{p}}{4\pi\varepsilon_0 r^3} \ (r >> a \text{ ਦੇ ਲਈ})$$

ਇਸ ਤੱਥ ਤੇ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $1/r^3$ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $1/r^2$ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ।

13. ਕਿਸੇ ਇੱਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $\vec{\mathbf{E}}$ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਇੱਕ ਟੌਰਕ τ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ।

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

ਪਰ ਕਿਸੇ ਨੇਟ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ।

14. ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦਾ ਕਿਸੇ ਲਘੂ ਖੇਤਰਫਲ-ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ $\Delta\phi = \vec{\mathbf{E}}\cdot\Delta\vec{\mathbf{S}}$

ਵੈਕਟਰ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ $\Delta \vec{\mathbf{S}} = \Delta S\, \hat{\mathbf{n}}$

ਇੱਥੇ $\Delta \mathbf{S}$ ਖੇਤਰਫਲ-ਖੰਡ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਖੇਤਰਫਲ x-ਖੰਡ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਰੇਡੀਅਲ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਕਾਂਫੀ ਛੋਟੇ ਖੇਤਰ ਲਈ ਸਮਤਲੀ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ ਲਈ, $\hat{\mathbf{n}}$ ਨੂੰ ਪਰੰਪਰਾ ਅਨੁਸਾਰ ਬਾਹਰ ਮੁਖੀ ਅਭਿਲੰਬ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਮੰਨਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

15. *ਗੱਸ ਨਿਯਮ*: ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ S ਤੋਂ ਹੋਕੇ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਫਲਕਸ ਉਸ ਸਤ੍ਹਾ S ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਦਾ $1/\varepsilon_0$ ਗੁਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਨਿਯਮ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਨ ਵਿੱਚ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਤਦੋ-ਉਪਯੋਗੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਚਾਰਜ ਵਿਤਰਨ ਵਿੱਚ ਸਰਲ ਸਮਮਿਤੀ ਹੋਵੇ।

(i) ਇੱਕਸਮਾਨ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ λ ਦਾ ਪਤਲਾ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਸਿੱਧਾ ਤਾਰ

$$\mathbf{E} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}\,\hat{\mathbf{n}}$$

ਜਿੱਥੇ r ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਤਾਰ ਤੋਂ ਲੰਬਵਤ ਦੂਰੀ ਹੈ ਅਤੇ $\hat{\mathbf{n}}$ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਤਾਰ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਰੇਡੀਅਲ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ।

(ii) *ਇੱਕਸਮਾਨ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਦੀ ਪਤਲੀ ਸਮਤਲ ਚਾਦਰ*, $\mathbf{E} = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}\,\hat{\mathbf{n}}$

ਇੱਥੇ $\mathbf{n}$ ਸਮਤਲ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਪਾਸੇ ਦੇ ਦੋਨੋ ਪਾਸੇ ਬਾਹਰ ਮੁਖੀ ਯੂਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ।

(iii) ਇੱਕਸਮਾਨ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ σ ਦੇ ਪਤਲੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ ਕਾਰਨ

$$\mathbf{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\hat{\mathbf{r}} \qquad (r \geq R)$$

$$\mathbf{E} = 0 \qquad (r < R)$$

ਇੱਥੇ r ਗੋਲਾਕਾਰ ਖੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਬਿੰਦੂ ਦੀ ਦੂਰੀ ਅਤੇ R ਖੋਲ ਦਾ ਅਰਧਵਿਆਸ ਹੈ। ਖੋਲ ਦਾ ਕੁਲ ਚਾਰਜ q ਹੈ। ਜਿੱਥੇ $q = 4\pi R^2\sigma$ ਹੈ। ਖੋਲ ਦੇ ਬਾਹਰ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚਾਰਜਿਤ ਖੋਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਸਾਰਾ ਚਾਰਜ ਖੋਲ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਹੀ ਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੈ। ਇਹੀ ਨਤੀਜੀ ਕਿਸੇ ਇੱਕਸਮਾਨ ਆਇਤਨ, ਚਾਰਜ ਘਣਤਵ ਦੇ ਠੋਸ ਗੋਲੇ ਦੇ ਲਈ ਵੀ ਸੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਖੋਲ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਾਰੀ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

TABLE

ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਪ੍ਰਤੀਕ	ਵਿਮਾਵਾਂ Dimensions	ਮਾਤ੍ਰਕ	ਟਿੱਪਣੀ
ਵੈਕਟਰ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ	$\Delta\mathbf{S}$	$[L^2]$	m^2	$\Delta\mathbf{S} = \Delta S\,\hat{\mathbf{n}}$
ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ	$\mathbf{E}$	$[MLT^{-3}A^{-1}]$	$V\,m^{-1}$	
ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ	ϕ	$[ML^3T^{-3}A^{-1}]$	$V\,m$	$\Delta\phi = \mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{S}$
ਡਾਈਪੋਲ ਮੂਮੈਂਟ	$\mathbf{p}$	$[LTA]$	$C\,m$	ਰਿਣਚਾਰਜ ਤੋਂ ਧਨਚਾਰਜ ਵੱਲ ਵੈਕਟਰ
ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ				
ਰੇਖੀ	λ	$[L^{-1}TA]$	$C\,m^{-1}$	ਚਾਰਜ/ਲੰਬਾਈ
ਸਤਹਿ	σ	$[L^{-2}TA]$	$C\,m^{-2}$	ਚਾਰਜ/ਖੇਤਰਫਲ
ਆਇਤਨ	ρ	$[L^{-3}TA]$	$C\,m^{-3}$	ਚਾਰਜ/ਖੇਤਰਫਲ

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

1.1 ਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ 30 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਰਖੇ ਦੋ ਛੋਟੇ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਿਆਂ ਤੇ ਲੜੀਵਾਰ : 2×10^{-7}C ਅਤੇ 3×10^{-7}C ਚਾਰਜ ਹੈ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਹੈ?

1.2 0.4 μC ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਗੋਲੇ ਤੇ ਕਿਸੇ ਹੋਰ ਛੋਟੇ ਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹਵਾ ਵਿੱਚ 0.2 N ਬਲ ਲਗਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਦੂਸਰੇ ਗੋਲੇ ਤੇ 0.8 μC ਚਾਰਜ ਹੋਵੇ ਤਾ (a) ਦੋਨੋ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਹੈ? (b) ਦੂਸਰੇ ਗੋਲੇ ਤੇ ਪਹਿਲੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿੰਨਾ ਬੱਲ ਲਗਦਾ ਹੈ?

1.3 ਜਾਂਚ ਦੁਆਰਾ ਸੁਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰੋ ਕਿ $ke^2/G\, m_e m_p$ ਵਿਮਾਹੀਨ ਹੈ। ਭੌਤਿਕ ਸਥਿਰ ਅੰਕਾ ਦੀ ਸਾਰਣੀ ਵੇਖਕੇ ਇਸ ਅਨੁਪਾਤ ਦਾ ਮਾਨ ਗਿਆਤ ਕਰੋ। ਇਹ ਅਨੁਪਾਤ ਕੀ ਦਸਦਾ ਹੈ?

1.4 (a) "ਕਿਸੇ ਵਸਤੂ ਦਾ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਕਵਾਂਟੀਕ੍ਰਿਤ ਹੈ" ਇਸ ਕਥਨ ਦਾ ਕੀ ਮਤਲਬ ਹੈ?

(b) ਵੱਡੇ ਪੈਮਾਨੇ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਾਂ ਨਾਲ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੇ ਸਮੇਂ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਵਾਂਟੀਕਰਨ ਦੀ ਉਪੇਖਿਆ ਕਿਵੇਂ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ?

1.5 ਜਦੋਂ ਕੱਚ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਰੇਸ਼ਮ ਦੇ ਟੁਕੜੇ ਨਾਲ ਰਗੜਦੇ ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਤੇ ਚਾਰਜ ਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪਰੀਘਟਨਾ ਦਾ ਵਸਤੂਆਂ ਦੇ ਹੋਰ ਜੋੜੀਆਂ ਵਿਚ ਵੀ ਪ੍ਰੇਖਣ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ ਕਿ ਇਹ ਪ੍ਰੇਖਣ ਚਾਰਜ ਸੁਰਖਿਅਣ ਨਿਯਮ ਤੇ ਕਿਵੇਂ ਤਾਲਮੇਲ ਰੱਖਦਾ ਹੈ।

1.6 ਚਾਰ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ $q_A = 2$ μC, $q_B = -5$ μC, $q_C = 2$ μC, $q_D = -5$ μC 10 cm ਭੁਜਾ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਵਰਗ ABCD ਦੇ ਸ਼ੀਰਸ਼ਾਂ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਨ। ਵਰਗ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰਖੇ ਚਾਰਜ ਤੇ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਬਲ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

1.7 (a) ਸਥਿਰਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਇਕ ਅਖੰਡ ਵਕਰ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਭਾਵ ਕੋਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਇੱਕਾਇਕ ਨਹੀਂ ਟੁੱਟ ਸਕਦੀ ਕਿਉਂ।

(b) ਸਪਸ਼ਟ ਕਰੋ ਕਿ ਦੋ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਦੇ ਵੀ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਕੱਟਦੀ?

1.8 ਦੋ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ $q_A = 3$ μC ਅਤੇ $q_B = -3$μC ਨਿਰਵਾਯੂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ 20 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ।

(a) ਦੋਨਾਂ ਚਾਰਜਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ AB ਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ O ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

(b) ਜੇ 1.5×10^{-9}C ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਕੋਈ ਰਿਣਾਤਮਕ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾ ਇਹ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਅਨੁਭਵ ਕਰੇਗਾ?

1.9 ਕਿਸੇ ਸਿਸਟਮ ਵਿੱਚ ਦੋ ਚਾਰਜ $q_A = 2.5 \times 10^{-7}$C ਅਤੇ $q_B = -2.5 \times 10^{-7}$ C ਲੜੀਵਾਰ ਦੋ ਬਿੰਦੂਆਂ A: (0, 0,-15 cm) ਅਤੇ B: (0,0, +15 cm) ਤੇ ਸਥਿਤ ਹਨ। ਸਿਸਟਮ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਮੂਮੇਂਟ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

1.10 4×10^{-9} Cm ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਦਾ ਕੋਈ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ 5×10^4 NC^{-1}ਪਰਿਮਾਣ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇਕ ਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤੋਂ 30° ਤੇ ਹੈ। ਡਾਈਪੋਲ ਤੇ ਕਾਰਜਸ਼ੀਲ ਬੱਲ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਪਤਾ ਕਰੋ।

1.11 ਉੱਨ ਤੋਂ ਰਗੜਨੇ ਤੇ ਕੋਈ ਪੋਲੀਥੀਨ ਦਾ ਟੁਕੜਾ 3×10^{-7}C ਦੇ ਰਿਣਚਾਰਜ ਨਾਲ ਚਾਰਜਿਤ ਪਾਇਆ ਗਿਆ।

(a) ਸਥਾਨਾਂਤਰਿਤ (ਕਿਹੜੇ ਪਦਾਰਥ ਤੋਂ ਕਿਹੜੇ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ) ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ ਪਤਾ ਕਰੋ।

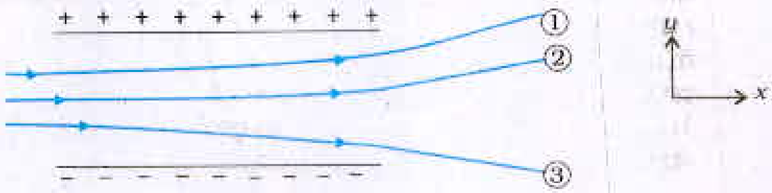
(b) ਕਿ ਉੱਨ ਤੋਂ ਪਾਲੀਥੀਨ ਵਿੱਚ ਪੁੰਜ ਦਾ ਸਥਾਨਾਂਤਰਨ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ?

1.12 (a) ਦੋ ਬਿਜਲਰੋਧੀ ਚਾਰਜਿਤ ਤਾਂਬੇ ਦੇ ਗੋਲੇ A ਅਤੇ B ਦੇ ਕੇਂਦਰਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ 50 cm ਹੈ। ਜੇ ਦੋਨੋ ਗੋਲੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਚਾਰਜ 6.5×10^{-7}C ਹੈ, ਤਾ ਇਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਪਰਸਪਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਕਿੰਨਾ ਹੈ? ਗੋਲਿਆ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਗੋਲੇ A ਅਤੇ B ਦੀ ਰੇਡੀਅਸ ਨਿਗੂਣੀ ਹੈ।

(b) ਜੇ ਹਰੇਕ ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦੀ ਮਾਤਰਾ ਦੋ ਗੁਣੀ ਅਤੇ ਗੋਲਿਆਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ ਅੱਧੀ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾ ਹਰੇਕ ਗੋਲੇ ਤੇ ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਲੱਗੇਗਾ?

1.13 ਮੰਨ ਲਓ ਅਭਿਆਸ 1.2 ਵਿਚ ਗੋਲੇ A ਅਤੇ B ਸਾਈਜ਼ ਵਿਚ ਸਰਵਸਮ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸੇ ਸਾਈਜ ਦਾ ਕੋਈ ਤੀਸਰਾ ਅਣਚਾਰਜਿਤ ਗੋਲਾ ਪਹਿਲਾਂ ਤੋਂ ਪਹਿਲੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸੰਪਰਕ, ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ ਦੂਸਰੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਸੰਪਰਕ ਵਿਚ ਲਿਜ਼ਾਕੇ, ਅੰਤ ਵਿਚ ਦੋਨਾ ਤੋਂ ਹੀ ਹਟਾ ਲਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਹੁਣ A ਅਤੇ B ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਨਵਾਂ ਅਪ ਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

1.14 ਚਿੱਤਰ 1.33 ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਇਕਸਮਾਨ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣਾਂ ਦੇ ਪਥਚਿਨ੍ਹ (tracks) ਦਰਸ਼ਾਏ ਗਏ ਹਨ। ਤਿੰਨਾ ਚਾਰਜ ਦੇ ਸੰਕੇਤ ਲਿਖੋ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਹੜੇ ਕਣ ਦਾ ਚਾਰਜ-ਪੁੰਜ ਅਨੁਪਾਤ (q/m) ਅਧਿਕਤਮ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 1.33

1.15 ਇੱਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{E} = 3 \times 10^3 \, \hat{\mathbf{i}}$ N/C ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ।

(a) ਇਸ ਖੇਤਰ ਦਾ 10 cm ਭੁਜਾ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਉਸ ਪਾਸੇ ਤੇ, ਜਿਸਦਾ ਤਲ yz ਤਲ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ, ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਇਸੇ ਵਰਗ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਕਿੰਨਾ ਹੈ ਜੇ ਇਸਦੇ ਤਲ ਦਾ ਅਭਿਲੰਬ x-ਧੁਰੇ ਤੇ 60° ਦਾ ਕੋਣ ਬਨਾਉਂਦਾ ਹੈ?

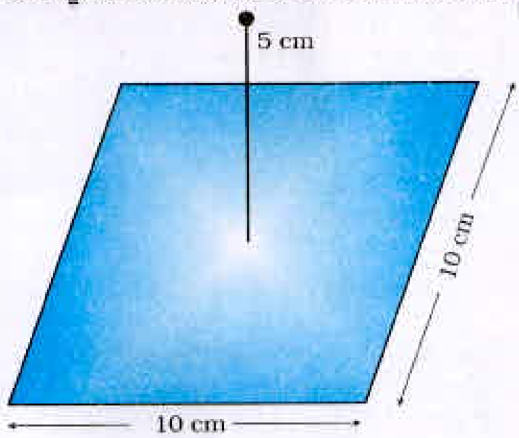
1.16 ਅਭਿਆਸ 1.15 ਦੇ ਇਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ 20 cm ਭੁਜਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਘਣ ਤੋਂ ਕਿੰਨਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਗੁਜਰੇਗਾ।

1.17 ਕਿਸੇ ਕਾਲੇ ਬਕਸੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸਾਵਧਾਨੀਪੂਰਣ ਮਾਪ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੀ ਹੈ ਕਿ ਬਕਸੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ 8.0×10^3 Nm^2/C ਹੈ।

(a) ਬਕਸੇ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

(b) ਜੇ ਬਕਸੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਕੁੱਲ ਬਾਹਰ ਮੁਖੀ ਫਲਕਸ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਨਤੀਜਾ ਕੱਡੋਗੇ ਕਿ ਬਕਸੇ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੋਈ ਚਾਰਜ ਨਹੀਂ ਹੈ? ਕਿਉਂ ਜਾਂ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ?

1.18 ਚਿੱਤਰ 1.34 ਵਿਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ 10 cm ਭੁਜਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵਰਗ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਠੀਕ 5 cm ਉਚਾਈ ਤੇ ਕੋਈ +10 μC ਚਾਰਜ ਰੱਖਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਵਰਗ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕਸ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ? (ਸੰਕੇਤ : ਵਰਗ ਨੂੰ 10 cm ਕਿਨਾਰੇ ਦੇ ਕਿਸੇ ਘਣ ਦਾ ਇੱਕ ਫਲਕ ਮਨ ਲਓ।



ਚਿੱਤਰ 1.34

1.19 2.0 μC ਦਾ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਕਿਸੇ ਕਿਨਾਰੇ ਤੇ 9.0 cm ਕਿਨਾਰੇ ਵਾਲੇ ਕਿਸੇ ਘਣਾਕਾਰ ਗੱਸੀ ਸਤਹਿ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ। ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਫਲਕਸ ਕੀ ਹੈ?

1.20 ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਨੂੰ ਕੇਂਦਰ ਮੰਨਦੇ ਖਿੱਚੇ ਗਏ 10 cm ਰੇਡੀਅਸ ਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਫਲਕੱਸ -1.0×10^3Nm^2/C। (a) ਜੇ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੀ ਰੇਡੀਅਸ ਦੋ ਗੁਣੀ ਕਰ ਦਿੱਤੀ ਜਾਵੇ ਤਾ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਕਿੰਨਾ ਫਲਕਸ ਗੁਜਰੇਗਾ (b) ਬਿੰਦੂ ਚਾਰਜ ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੈ?

1.21 10 cm ਰੇਡੀਅਸ ਦੇ ਚਾਲਕ ਗੋਲੇ ਤੇ ਅਗਿਆਤ ਪਰਿਮਾਣ ਦਾ ਚਾਰਜ ਹੈ। ਜੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 20 cm ਦੂਰੀ ਤੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ 1.5×10^3 N/C ਰੇਡੀਅਲੀ ਅੰਤਰਮੁਖੀ ਹੈ ਤਾਂ ਗੋਲੇ ਤੇ ਕੁੱਲ ਚਾਰਜ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

1.22 2.4 m ਵਿਆਸ ਦੇ ਕਿਸੇ ਇੱਕਸਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਚਾਲਕ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤਹੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ 80.0 μC/m^2 ਹੈ।

(a) ਗੋਲੇ ਤੇ ਚਾਰਜ ਗਿਆਤ ਕਰੋ।

(b) ਗੋਲੇ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਨਿਕਲਣ ਵਾਲਾ ਕੁਲ ਫਲਕੱਸ ਕੀ ਹੈ?

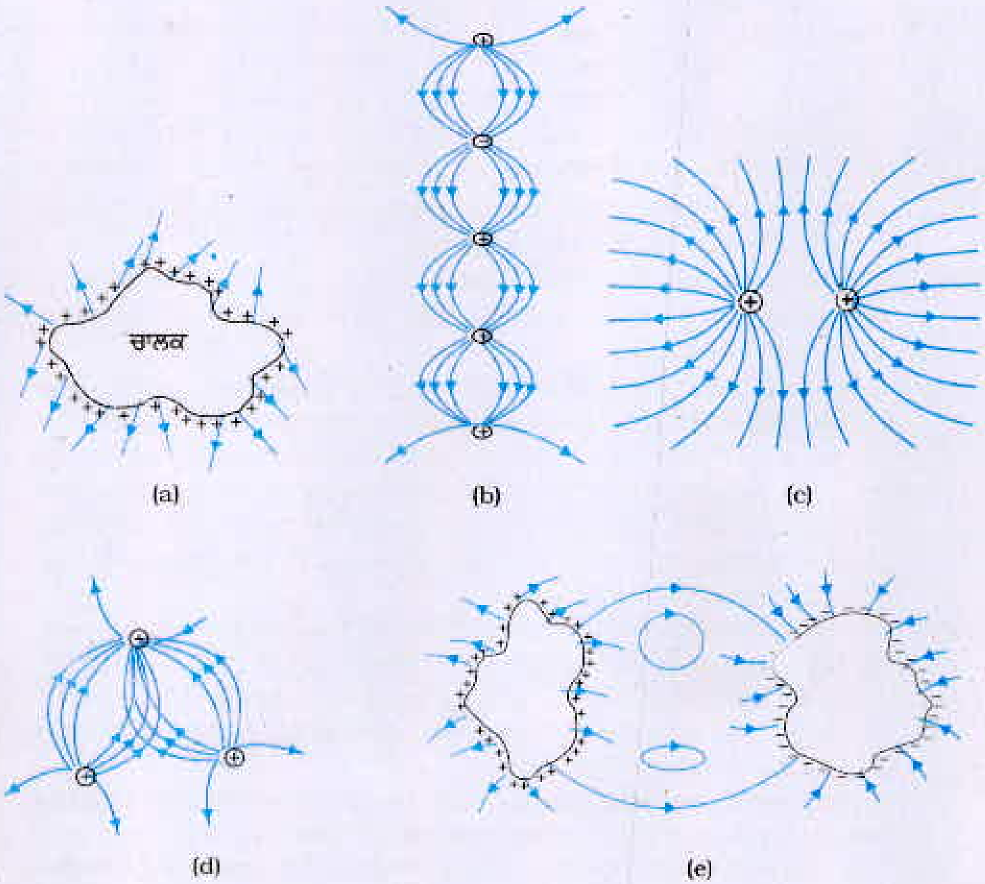
1.23 ਕੋਈ ਅਨੰਤ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ 2 cm ਦੂਰੀ ਤੇ 9×10^4 N/C ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਪਤਾ ਕਰੋ।

1.24 ਦੋ ਵੱਡੀ, ਪਤਲੀ ਧਾਤ ਦੀ ਪਲੇਟਾਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਅਤੇ ਨਿਕਟ ਹਨ। ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਅੰਦਰੂਨੀ ਫਲਕਾਂ ਤੇ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਸਤਹਿ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਦੇ ਚਿਨ੍ਹ ਉਲਟ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ 17.0×10^{-22} C/m^2 ਹੈ। (a) ਪਹਿਲੇ ਪੱਲੇਟ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ (b) ਦੂਸਰੀ ਪੱਲੇਟ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅਤੇ (c) ਪੱਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ **E** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਪਰਿਕਲਿਤ ਕਰੋ।

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ ADDITIONAL EXERCISES

1.25 ਮਿਲੀਕਨ ਤੇਲ ਬੂੰਦ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿੱਚ 2.55×10^4 NC^{-1} ਦੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਵਿੱਚ 12 ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਵੱਧਰੇ ਦੀ ਕੋਈ ਤੇਲ ਬੂੰਦ ਸਥਿਰ ਰੱਖੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਤੇਲ ਦਾ ਘਣਤਾ 1.26 g cm^{-3} ਹੈ। ਬੂੰਦ ਦੀ ਰੇਡੀਅਸ ਦਾ ਮਾਨ ਪਤਾ ਕਰੋ। ($g = 9.81$ m s^{-2}; $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C)।

1.26 ਚਿੱਤਰ 1.35 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਵਕਰਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਹੜਾ ਸੰਭਾਵਿਤ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨਿਰੂਪਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ?



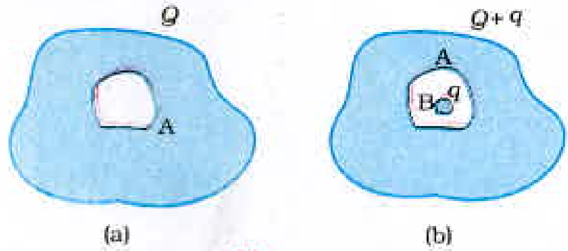
ਚਿੱਤਰ : 1.35

1.27 ਸਪੇਸ ਦੇ ਕਿਸੇ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ, ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਸਾਰੇ ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ z-ਦਿਸ਼ਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਪਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਥਿਰ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਇਸਦੇ ਇਕਸਮਾਨ ਰੂਪ ਨਾਲ z-ਦਿਸ਼ਾ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ 10^5 NC^{-1} ਪ੍ਰਤੀ ਮੀਟਰ ਦੀ ਦਰ ਨਾਲ ਵਾਧਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਉਹ ਸਿਸਟਮ ਜਿਸਦਾ ਰਿਣਾਤਮਕ z-ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਕੁੱਲ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ 10^{-7} Cm ਹੈ। ਕਿੰਨਾ ਬਲ ਅਤੇ ਟੌਰਕ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ?

1.28 (a) ਕਿਸੇ ਚਾਲਕ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚਿੱਤਰ 1.36(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਏ ਅਨੁਸਾਰ ਕੋਈ ਖੋੜ (cavity) ਹੈ, ਨੂੰ Q ਚਾਰਜ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜ ਚਾਲਕ ਦੀ ਬਾਹਰੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਇਸਦੇ ਹੋਣੇ ਚਾਹਿਦੇ ਹਨ।

(b) ਕੋਈ ਹੋਰ ਚਾਲਕ B ਜਿਸ ਤੇ ਚਾਰਜ q ਹੈ ਨੂੰ ਖੋੜ (cavity) ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧੱਸਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਚਾਲਕ B ਚਾਲਕ A ਤੋਂ ਬਿਜਲ ਰੋਧੀ ਰਹੇ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਚਾਲਕ A ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਤੇ ਕੁਲ ਚਾਰਜ $Q + q$ ਹੈ [ਚਿੱਤਰ 1.36(b)]

(c) ਕਿਸੇ ਸੰਵੇਦੀ ਉਪਕਰਨ ਨੂੰ ਉਸਦੇ ਵਾਤਾਵਰਨ ਦੇ ਤੀਵਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰਾਂ ਤੋਂ ਪਰੇ ਕੀਤਾ ਜਾਣਾ ਹੈ ਸੰਭਾਵਿਤ ਉਪਾਅ ਦੱਸੋ।



ਚਿੱਤਰ 1.36

1.29 ਕਿਸੇ ਖੋਖਲੇ ਚਾਰਜਿਤ ਚਾਲਕ ਵਿੱਚ ਉਸਦੇ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕੋਈ ਛੇਕ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਛੇਕ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ $(\sigma/2\varepsilon_0)\ \hat{\mathbf{n}}$ ਹੈ, ਜਿੱਤੇ ਅਭਿਲੰਬਵਤ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਬਾਹਰਮੁਖੀ ਯੁਨਿਟ ਵੈਕਟਰ ਹੈ ਅਤੇ σ ਛੇਕ ਦੇ ਨਿਕਟ ਸਤਹਿ ਚਾਰਜ ਘਣਤਵ ਹੈ।

1.30 ਗੱਸ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕਸਮਾਨ ਰੇਖੀ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ λ ਦੇ ਲੰਬੇ ਪਤਲੇ ਤਾਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰੋ। [ਸੰਕੇਤ : ਸਿੱਧਿ ਹੀ ਕੂਲਮ ਨਿਯਮ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਕੇ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸਮਾਕਲਨ ਦਾ ਮਾਨ ਕੱਡੋ]।

1.31 ਹੁਣ ਇਹ ਵਿਸ਼ਵਾਸ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਆਪ ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ (ਜੋ ਸਾਧਾਰਨ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਾਭਿਕਾ ਦਾ ਨਿਰਮਾਣ ਕਰਦੇ ਹਨ) ਹੋਰ ਵੱਧ ਮੂਲ ਇਕਾਈਆ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਕੱਵਾਰਕ (Quarks) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ, ਦੇ ਬਣੇ ਹਨ। ਹਰੇਕ, ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਤਿੰਨ ਕਵਾਰਕਾਂ ਤੋਂ ਮਿਲਕੇ ਬਣਿਆ ਹੈ। ਦੋ ਤਰਾਂ ਦੇ ਕਵਾਰਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ— 'ਅੱਪ' ਕਵਾਰਕ (u) ਜਿਹਨਾਂ ਤੇ + (2/3) e ਚਾਰਜ ਅਤੇ ਡਾਊਨ ਕਵਾਰਕ (d) ਜਿਹਨਾਂ ਤੇ $(-1/3)e$ ਚਾਰਜ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਨਾਲ ਮਿਲਕੇ ਸਾਧਾਰਨ ਮਾਦਾ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। (ਕੁਝ ਹੋਰ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਵਾਰਕ ਵੀ ਪਾਏ ਗਏ ਹਨ ਜੋ ਵੱਖ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਅਸਾਧਾਰਨ ਮਾਦਾ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ।) ਪ੍ਰੋਟਾਨ ਅਤੇ ਨਿਊਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਸੰਭਾਵਿਤ ਕਵਾਰਕ ਸੰਘਟਨ ਸੁਝਾਓ।

1.32 (a) ਕਿਸੇ ਮਨਮਾਨਾ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਵਿਤਰਨ ਤੇ ਵਿਚਾਰ ਕਰੋ। ਇਸ ਵਿਤਰਨ ਦੀ ਕਿਸੇ ਸਿਫ਼ਰ-ਬਿੰਦੂ (null point) ਸਥਿਤੀ ਤੇ (ਜਿਥੇ $\mathbf{E} = 0$) ਕੋਈ ਛੋਟਾ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ (test charge) ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਪਰੀਖਣ ਚਾਰਜ ਦਾ ਸੰਤੁਲਨ ਜ਼ਰੂਰੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਅਸਥਾਈ ਹੈ।

(b) ਇਸ ਨਤੀਜੇ ਦਾ ਸਮਾਨ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਚਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਦੋ ਚਾਰਜਾ (ਜੋ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੇ ਹਨ) ਦੇ ਸਰਲ ਵਿਤਰਨ ਲਈ ਸੱਚ ਸਿੱਧ ਕਰੋ।

1.33 ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ x-ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਲ v_x ਚਾਲ ਨਾਲ ਗਤੀ ਕਰਦੀ ਹੋਈ ਦੋ ਚਾਰਜਿਤ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਮੱਧ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ m ਪੁੰਜ ਅਤੇ $(-q)$ ਚਾਰਜ ਦਾ ਇੱਕ ਕਣ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 1.33 ਵਿੱਚ ਕਣ 1 ਦੇ ਸਮਾਨ) ਪੱਲੇਟਾਂ ਦੀ ਲੰਬਾਈ L ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਪਲੇਟਾਂ ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਇਕਸਮਾਨ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ E ਬਣਾਏ ਰਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਦਰਸਾਓ ਕਿ ਪੱਲੇਟ ਦੇ ਅੰਤਿਮ ਕਿਨਾਰੇ ਤੇ ਕਣ ਦਾ ਲੰਬਵਤ ਵਿਖੇਪ (vertical deflection) $qEL^2/(2m\,v_x^2)$ ਹੈ। (*ਜਮਾਤ 11 ਦੀ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅਨੁਭਾਗ 4.10 ਵਿਚ ਵਰਣਿਤ ਗੁਰੁਤਾਕਰਸ਼ਣ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਖੇਪ (projectile) ਦੀ ਗਤੀ ਨਾਲ ਇਸ ਕਣ ਦੀ ਗਤੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਕਰੋ।*)

1.34 ਅਭਿਆਸ 1.33 ਵਿੱਚ ਵਰਣਿਤ ਕਣ ਦੀ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਕਲਪਨਾ ਕਰੋ ਜਿਸਨੂੰ $v_x = 2.0 \times 10^6$ m s^{-1} ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਖੇਪਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿ 0.5 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਰੱਖੀ ਪਲੇਟਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ E ਦਾ ਮਾਨ 9.1×10^2 N/C ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਉਪਰੀ ਪਲੇਟ ਤੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਕਿੱਥੇ ਟਕਰਾਏਗਾ? ($|e| = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg.)