ਅਧਿਆਇ-5

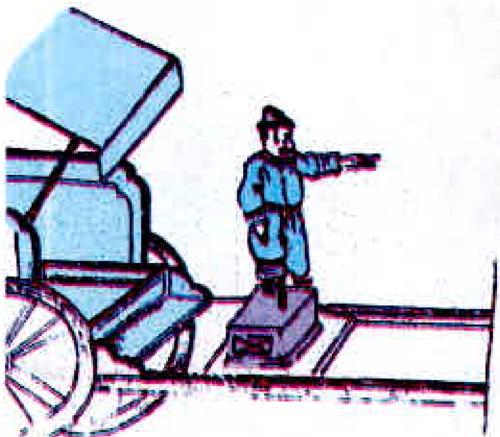
ਚੁੰਬਕਤਾ ਅਤੇ ਮਾਦਾ (MAGNETISM AND MATTER)

5.1 ਭੂਮਿਕਾ (INTRODUCTION)

ਚੁੰਬਕੀ ਵਰਤਾਰਾ ਕੁਦਰਤ ਵਿੱਚ ਸਰਵ-ਵਿਆਪੀ ਹੈ। ਵਿਸ਼ਾਲ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਗਲੈਕਸੀਆਂ, ਅਤਿ-ਸੂਖਮ ਅਦ੍ਰਿਸ਼ ਪਰਮਾਣੂ, ਮਨੁੱਖ ਅਤੇ ਜਾਨਵਰ, ਸਾਰੀਆਂ ਵਿੱਚ ਵੱਖ ਵੱਖ ਸੋਮਿਆਂ ਤੋਂ ਉਤਪੰਨ ਵੱਖ ਵੱਖ ਤਰਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਆਪਤ ਹਨ। ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਾ (earth's magnetism) ਮਨੁੱਖੀ ਵਿਕਾਸ ਤੋਂ ਵੀ ਪਹਿਲੇ ਦੀ ਹੋਂਦ ਵਿੱਚ ਹੈ। 'ਚੁੰਬਕ' ਸ਼ਬਦ ਯੂਨਾਨ ਦੇ ਇੱਕ ਟਾਪੂ ਮੈਗਨੇਸ਼ੀਆ (Magnesia) ਦੇ ਨਾਮ ਤੋਂ ਉਪਜਿਆ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ ਬਹੁਤ ਪਹਿਲਾਂ 600 ਈਸਾ ਪੂਰਵ ਚੁੰਬਕੀ ਅਯਸਕਾਂ ਦੇ ਭੰਡਾਰ ਮਿਲੇ ਸੀ। ਇਸ ਟਾਪੂ ਦੇ ਆਜੜੀਆਂ ਨੇ ਸ਼ਿਕਾਇਤ ਕੀਤੀ ਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲਕੜੀ ਦੇ ਬੂਟ (ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚ ਮੇਖਾ ਲੱਗੀ ਹੋਇਆਂ ਸੀ), ਕਈ ਬਾਰ ਜਮੀਨ ਨਾਲ ਚਿਪਕ ਜਾਂਦੇ ਸੀ। ਲੋਹੇ ਦੀ ਟੋਪੀ ਚੜੀ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਲੱਠ ਵੀ ਕਈ ਬਾਰ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੀ ਸੀ। ਚੁੰਬਕਾਂ ਦੇ ਇਸ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਗੁਣ ਨੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਘੁੰਮਣਾ ਫਿਰਣਾ ਮੁਸ਼ਕਿਲ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਸੀ।

ਚੁੰਬਕਾਂ ਦਾ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸ਼ਾਓ ਗੁਣ (directive property) ਵੀ ਪੁਰਾਣੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਪਤਾ ਸੀ। ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਇੱਕ ਪਤਲਾ ਲੰਬਾ ਟੁਕੜਾ, ਸੁਤੰਤਰ ਲਟਕਾਏ ਜਾਣ ਤੇ ਹਮੇਸ਼ਾ ਉੱਤਰ-ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਠਹਿਰਦਾ ਸੀ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ ਉਦੋਂ ਵੀ ਵੇਖਣ ਨੂੰ ਮਿਲਦਾ ਸੀ ਜਦੋਂ ਇਸਨੂੰ ਇਕ ਕਾਰਕ ਦੇ ਉੱਤੇ ਰਖ ਕੇ, ਉਸਨੂੰ ਖੜੇ ਪਾਣੀ ਵਿਚ ਤਾਰਿਆ ਜਾਂਦਾ ਸੀ। ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਾਏ ਜਾਣ ਵਾਲੇ ਲੋਹੇ ਦੇ ਅਯਸਕ (Ore) ਮੈਗਨੇਟਾਈਟ (magnetite) ਦਾ ਇੱਕ ਨਾਮ ਲੋਡਸਟੋਨ (Loadstone) ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਅਰਥ ਲੀਡਿੰਗ ਸਟੋਨ ਭਾਵ ਮਾਰਗਦਰਸ਼ਕ ਪੱਥਰ ਹੈ। ਇੱਸ ਗੁਣ ਦੇ ਤਕਨੀਕੀ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਸਿਹਰਾ ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਚੀਨੀਆਂ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। 400 ਈਸਾ ਪੂਰਵ ਦੀ ਚੀਨੀ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸ਼ਤੀ ਚਲਾਉਣ ਵਿੱਚ ਦਿਸ਼ਾ ਗਿਆਨ ਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦੇ ਉਪਯੋਗ ਦਾ ਜ਼ਿਕਰ ਹੈ। ਗੋਬੀ ਰੇਗਿਸਤਾਨ ਨੂੰ ਪਾਰ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਕਾਫਿਲੇ ਵੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈਆ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਕਰਦੇ ਸੀ।

ਇੱਕ ਚੀਨੀ ਦੰਤਕਥਾ ਵਿਚ ਜੋ ਕਿ ਲਗਭਗ 4000 ਸਾਲ ਪੁਰਾਣੀ ਹੈ, ਰਾਜਾ ਹਵੇਂਗ-ਤੀ (Huang-ti) ਦੀ ਵਿਜੇ--ਗਾਥਾ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿਚ ਉਸਨੂੰ ਆਪਣੇ ਸ਼ਿਲਪਕਾਰਾਂ (ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਅੱਜ ਦੀ ਭਾਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੰਜੀਨੀਅਰ ਆਖਦੇ ਹਨ) ਦੇ ਕਾਰਨ ਜਿੱਤ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਈ ਸੀ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਇੰਜੀਨੀਅਰਾਂ ਨੇ ਕਿ ਰੱਥ ਬਣਾਇਆ ਸੀ ਜਿੱਸ ਉੱਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਬਣੀ ਇੱਕ ਮੂਰਤੀ ਲਗਾਈ ਸੀ, ਜਿਸਦਾ ਇੱਕ ਹੱਥ ਬਾਹਰ ਫੈਲਿਆ ਹੋਇਆ ਸੀ। ਚਿੱਤਰ 5.1 ਵਿੱਚ ਇਸ ਰੱਥ ਦਾ ਇੱਕ ਚਿੱਤਰਕਾਰ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਵਿਵਰਨ ਹੈ। ਰੱਥ ਤੇ ਲੱਗੀ ਹੋਇ ਮੂਰਤੀ ਇੱਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਘੁੰਮ ਜਾਂਦੀ ਸੀ ਕਿ ਉਸਦੀ ਉਂਗਲੀ ਹਮੇਸ਼ਾ ਦੱਖਣ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰੇ। ਇੱਸ ਰਥ ਦੇ ਸਹਾਰੇ, ਸੰਘਣੇ ਕੋਹਰੇ ਵਿੱਚ ਹਵੇਂਗ-ਤੀ ਦੀਆਂ ਫੌਜਾ ਦੁਸ਼ਮਣ ਕੋਲ ਪਹੁੰਚ ਗਈਆਂ ਅਤੇ ਹਮਲਾ ਕਰਕੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਹਰਾ ਦਿੱਤਾ।



ਚਿੱਤਰ 5.1 ਰੱਥ ਤੇ ਸਥਾਪਿਤ ਮੂਰਤੀ ਦਾ ਹੱਥ ਹਮੇਸ਼ਾ ਦੱਖਣ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਕਲਾਕਾਰ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਗਿਆ ਚਿੱਤਰ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਪੁਰਾਤਨ ਗਿਆਤ ਕੰਪਾਸ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਹਜਾਰੇ ਸਾਲ ਪੁਰਾਣਾ ਹੈ।

ਪਿਛਲੇ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸਿੱਖਿਆ ਕਿ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਚਾਰਜ ਜਾ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਖੋਜ ਜੋ 19ਵੀਂ ਸ਼ਤਾਬਦੀ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਵਿਚ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ, ਇਸਦਾ ਸਿਹਰਾ ਔਰਟੇਡ (Oersted), ਐਮਪੀਅਰ (Ampere), ਬਾਏਟ (Biot) ਅਤੇ ਸੈਵਾਰ (Savart) ਆਦਿ ਲੋਕਾਂ ਨੂੰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਚੁੰਬਕਤਾ ਤੇ ਇੱਕ ਸੁਤੰਤਰ ਵਿਸ਼ੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਰੋਸ਼ਨੀ ਪਾਵਾਂਗੇ।

ਚੁੰਬਕਤਾ ਸੰਬੰਧੀ ਕੁਝ ਆਮ ਵਿਚਾਰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹਨ—

(i) ਧਰਤੀ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕ ਵਾਂਗ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੀ ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ ਭੂਗੋਲਿਕ ਦੱਖਣ ਤੋਂ ਉੱਤਰ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(ii) ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਸੁਤੰਤਰ ਰੂਪ ਵਿਚ ਲਟਕਾਇਆ ਜਾਂ ਸ਼ਾਂਤ ਪਾਣੀ ਵਿਚ ਤੈਰਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉਹ ਉੱਤਰ ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਠਹਿਰਦਾ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਉਹ ਸਿਰਾ ਜੋ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਜੋ ਭੂਗੋਲਿਕ ਦੱਖਣ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

(iii) ਦੋ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਚੁੰਬਕਾ ਦੇ ਦੋ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ (ਯਾ ਦੋ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ) ਜਦੋ ਨੇੜੇ-ਨੇੜੇ ਲਿਆਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਤਾ ਉਹ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ (repel) ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਇਕ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਤਰ ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ।

(iv) ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਤਰ ਅਤੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਦੋ ਭਾਗਾਂ ਨੂੰ ਵੱਖ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਦੋ ਛੋਟੇ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਮਿਲ ਜਾਣਗੇ। ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਚੁਬਕਤਾ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗੀ। ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਾਂ ਵਾਂਗ, ਇਕੱਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰੀ ਅਤੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਇੱਕ ਧਰੁਵ (magnetic monopole) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਦੀ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੈ।

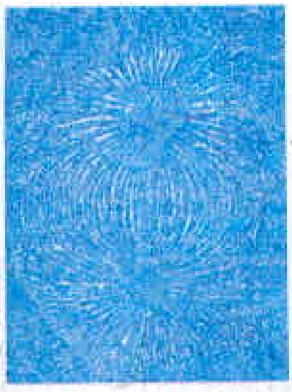
(v) ਲੋਹੇ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਮਿਸ਼ਰਿਤ ਧਾਤਾਂ (alloys) ਤੋਂ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣੇ ਸੰਭਵ ਹਨ। ਇਸ ਅਧਿਆਇ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਇਕ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਇਸਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਦੇ ਵਰਣਨ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਕਰਾਂਗੇ। ਇਸਤੋਂ ਬਾਅਦ ਇਹ ਦੱਸਾਂਗੇ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ ਤੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਵਰਗੀਕਰਨ ਕਿਵੇਂ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਤੋਂ ਬਾਅਦ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਵਿਵਰਣ ਦੇਵਾਂਗੇ ਅਤੇ ਫਿਰ ਅਨੁਚੰਬਕਤਾ (dia magnetism), ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਾ (Paramagnetism) ਅਤੇ ਲੋਹਚੁੰਬਕਤਾ (ferromagnetism) ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਾਂਗੇ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿਚ ਬਿਜਲਈ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕਾ ਤੇ ਇਕ ਅਨੁਭਾਗ ਦੇ ਨਾਲ ਇਸਦੀ ਸਮਾਪਤੀ ਕਰਾਂਗੇ।

5.2 ਛੜ-ਚੁੰਬਕ (Bar Magnet)

ਮਸ਼ਹੂਰ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨੀ ਐਲਬਰਟ ਆਈਸੰਟਾਈਨ ਦੇ ਅਤੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤੀ ਬਚਪਨ ਦੀ ਯਾਦਾਂ ਵਿਚੋਂ

ਇੱਕ ਚੁੰਬਕ ਤੋਂ ਜੁੜੀ ਸੀ, ਜੋ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਰਿਸ਼ਤੇਦਾਰ ਨੇ ਭੇਂਟ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਆਈਂਸਟਾਈਨ ਇਸਤੋਂ ਹੈਰਾਨ ਹੋ ਗਏ ਸੀ ਅਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਖੇਲਦੇ ਥਕਦੇ ਨਹੀਂ ਸੀ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਹੈਰਾਨੀ ਹੁੰਦੀ ਸੀ ਕਿ ਕਿਵੇਂ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕ ਮੇਖਾਂ ਅਤੇ ਪਿੰਨਾ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਵੱਲ ਖਿੱਚ ਲੈਂਦਾ ਸੀ, ਜੋ ਉਸਤੇ ਦੂਰ ਰੱਖੇ ਸੀ ਅਤੇ ਕਿਸੇ ਸੱਪਰਿੰਗ ਯਾਂ ਧਾਗੇ ਨਾਲ ਉਸ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਵੀ ਨਹੀਂ ਸੀ।

ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਅਧਿਆਈ ਦੀ ਸ਼ੁਰੂਆਤ ਲੌਹ ਚੂਰਨ (iron filings) ਤੋਂ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਕਿ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਤੇ ਰੱਖੀ ਕੱਚ ਦੀ ਸ਼ੀਟ ਤੇ ਵਿਖੇਰਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਲੌਹ ਚੂਰਨ ਦੀ ਇਹ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ 5.2 ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹੈ।



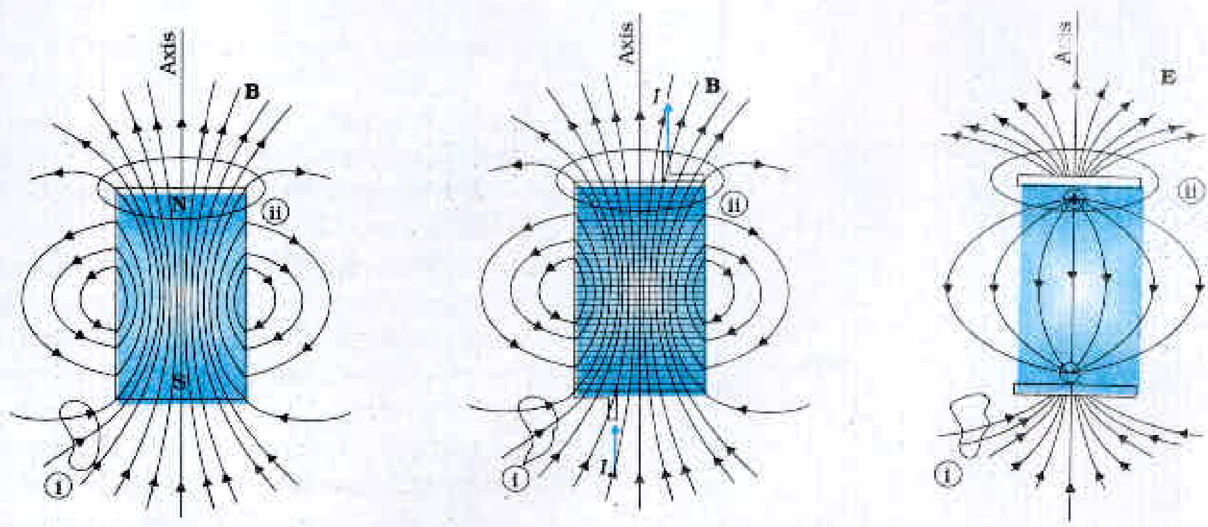
ਚਿੱਤਰ 5.2 ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਇਰਦ-ਗਿਰਦ ਲੋਹ ਚੂਰਣ ਦੀ ਵਿਵਸਥਾ। ਇਹ ਪੈਟਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਨਕਲ ਹੈ। ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ ਕਿ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਹੈ।

ਲੌਹ ਚੂਰਨ ਦਾ ਪੈਟਰਨ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਦੋ ਧਰੁਵ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਚਾਰਜ। ਜਿਵੇਂ ਕੀ ਪਹਿਲਾ ਭੂਮਿਕਾ ਵਿਚ ਦੱਸਿਆ ਜਾ ਚੁਕਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਕ ਧਰੁਵ ਨੂੰ ਉੱਤਰ ਅਤੇ ਦੂਜੇ ਨੂੰ ਦੱਖਣੀ, ਧਰੁਵ ਆਖਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਸੁਤੰਤਰ ਲਟਕਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਧਰੁਵ ਲੜੀਵਾਰ ਲਗਭਗ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰੀ ਅਤੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵਾਂ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਲੋਹ ਚੂਰਨ ਦਾ ਇਸ ਨਾਲ ਮਿਲਦਾ-ਜੁਲਦਾ ਪੈਟਰਨ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾ ਵਾਲੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਆਲੇ-ਦੁਆਲੇ ਵੀ ਬਣਦਾ ਹੈ।

5.2.1 ਚੁੰਬਕੀ-ਖੇਤਰ-ਰੇਖਾਵਾਂ (The magnetic field lines)

ਲੋਹ ਚੂਰਣ ਤੋਂ ਬਣੇ ਪੈਟਰਨ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਅਸੀਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ* ਖਿੱਚ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਚਿੱਤਰ 5.3 ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਸਾਲੇਨਾਈਡ (ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ) ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਤੁਲਨਾ ਲਈ ਅਧਿਆਈ ਇੱਕ ਦੇ ਚਿੱਤਰ 1.17(d) ਵੇਖੋ। ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਬਿਜਲਈ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚਿੱਤਰ 5.3(c) ਵਿੱਚ ਵੀ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹਨ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ, ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਦ੍ਰਿਸ਼ ਅਵਲੋਕਨ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਗੁਣ ਹਨ :-

(i) ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕ (ਯਾ ਬਿਜਲਈ ਸੱਲੇਨਾਈਡ) ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਅਖੰਡ ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ



ਚਿੱਤਰ 5.3 ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ (a) ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੀ (b) ਇੱਕ ਸੀਮਿਤ ਅਕਾਰ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸੱਲੇਨਾਈਡ ਦੀ, ਅਤੇ (c) ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਤਿਨੋ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਮਾਨ ਹਨ। (i) ਅਤੇ (ii) ਅੰਕਿਤ ਵਕਰ, ਬੰਦ ਗੱਸੀ ਸਤ੍ਹਾ ਹਨ।

* ਕੁਝ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕਾਂ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਿਹਾ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਸ ਨਾਮਕਰਨ ਤੋਂ ਬਚਣਾ ਉਚਿਤ ਹੋਵੇਗਾ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਭਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਦੇ ਉਲਟ ਚੁੰਬਕਤਾ ਵਿਚ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜ ਤੇ ਬਲ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੀ ਸੂਚਕ ਨਹੀਂ ਹਨ।

ਹਨ। ਇਹ ਬਿਜਲਈ-ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਵਰਗੀ ਨਹੀਂ ਹਨ, ਜਿੱਥੇ ਇਹ ਰੇਖਾਵਾਂ ਧੰਨਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਕੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੇ ਖ਼ਤਮ ਹੁੰਦੀ ਸੀ। [ਚਿੱਤਰ 5.3(c) ਵੇਖੋ] ਯਾ ਫਿਰ ਅਨੰਤ ਵਲ ਚਲੀ ਜਾਂਦੀ ਹਨ।

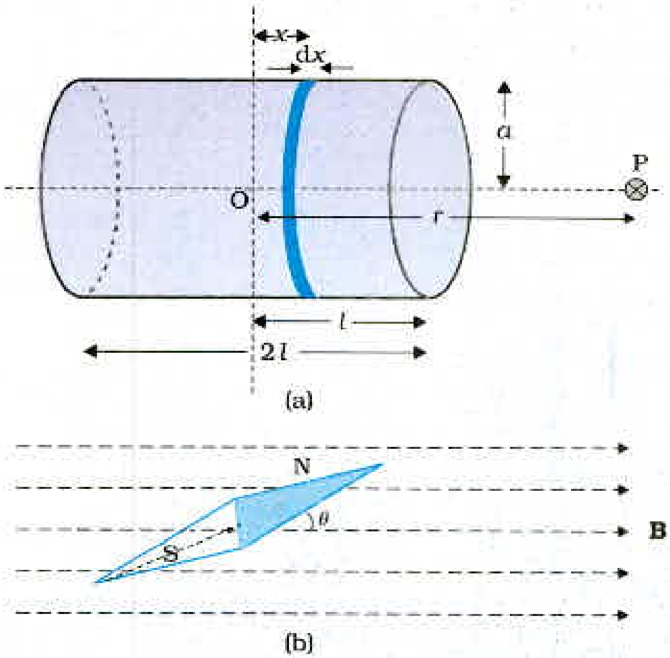
(ii) ਖੇਤਰ ਰੇਖਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖਿੱਚੀ ਗਈ ਸਪਰਸ ਰੇਖਾ (tangent) ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਿਮਾਣੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਸਦੀ ਹਨ।

(iii) ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਰੱਖੇ ਗਏ ਤਲ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਜਿੰਨੀ ਵੱਧ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਗੁਜਰਦੀ ਹਨ, ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਵੱਧ ਉਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 5.3(a) ਵਿਚ, ਖੇਤਰ, (ii) ਦੇ ਆਸਪਾਸ **B** ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਖੇਤਰ (i) ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਵੱਧ ਹੈ।

(iv) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਕੱਟਦੀ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਇਸ ਲਈ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਕਾਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਇਕ ਨਹੀਂ ਰਹਿੰਦੀ।

ਤੁਸੀਂ ਚਾਹੇ ਤਾਂ ਕਈ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਖਿਚ ਸਕਦੇ ਹੋ। ਇੱਕ ਤਰੀਕਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਚੁੰਬਕੀ ਕੰਪਾਸ ਸੂਈ ਰੱਖੋ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਦਿਸ਼ਾਮਾਣ ਨੂੰ ਅੰਕਿਤ ਕਰੋ। ਇਸ ਤਰਵਾਂ ਤੁਸੀਂ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਆਸ-ਪਾਸ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਜਾਣ ਸਕੋਗੇ।

5.2.2 ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਵਾਂਗ ਵਿਵਹਾਰ (Bar magnet as an equivalent current carrying solenoid)



ਚਿੱਤਰ 5.4 (a) ਇਕ ਸੀਮਿਤ ਸੌਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਤਾ ਜੋ ਇਸਦੀ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਤੋਂ ਸਮਾਨਤਾ ਵਿਖਾਈ ਜਾ ਸਕੇ। (b) ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਤੇ ਰਖੀ ਗਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਇਹ ਪ੍ਰਬੰਧ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਯਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ **m** ਦਾ ਆਕਲਨ ਕਰਨ ਵਿਚ ਸਹਾਈ ਹਨ।

ਪਿਛਲੇ ਅਧਿਆਈ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਇਹ ਸਮਝਾਇਆ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੱਕ ਬਿਜਲਈ ਕੁੰਡਲ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਵਾਂਗ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। (ਅਨੁਭਾਗ 4.10 ਵੇਖੋ)। ਅਸੀਂ ਐਮਪੀਅਰ ਦੀ ਇਸ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਦਾ ਜਿਕਰ ਵੀ ਕੀਤਾ ਸੀ ਕਿ ਸਾਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਨੂੰ ਗਸ਼ਤੀ ਬਿਜਲੀ (Circulating Current) ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਸਮਝਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਯਾਦ ਕਰੋ ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲਈ ਕੁੰਡਲ ਨਾਲ ਜੁੜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ **m** ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ $\mathbf{m} = NI\mathbf{A}$ ਨਾਲ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ N ਕੁੰਡਲ ਵਿਚ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਗਿਣਤੀ, I ਬਿਜਲਈ ਕਰੰਟ, **A** ਖੇਤਰਫਲ-ਵੇਕਟਰ ਹੈ [ਸਮੀਕਰਨ 4.30 ਵੇਖੋ]।

ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ, ਇੱਕ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਾਲ ਸਮਾਨਤਾ ਇਹ ਦਰਸ਼ਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਜਿਵੇਂ ਸੌਲੇਨਾਈਡ ਬਹੁਤ-ਸਾਰੀ ਗਸ਼ਤੀ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਯੋਗ ਹੈ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਵੀ ਬਹੁਤ ਸਾਰੀ ਗਸ਼ਤੀ ਬਿਜਲੀ ਦਾ ਯੋਗ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਛੜ੍ਹ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਦੋ ਬਰਾਬਰ ਟੁਕੜੇ ਕਰਨਾ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਇੱਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਨੂੰ ਕੱਟਣਾ। ਜਿਸ ਨਾਲ ਸਾਨੂੰ ਛੋਟੀ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਮਿਲ ਜਾਂਦੀ ਹੈ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੁਲਨਾਤਮਕ ਕਮਜ਼ੋਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਅਖੰਡ ਬਣੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਇੱਕ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਸਰੇ ਸਿਰੇ ਤੋਂ ਅੰਦਰ ਵਲ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਚੁੰਬਕੀ ਕੰਪਾਸ ਸੂਈ ਨੂੰ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਇਕ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹੀ ਸੌਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਨੇੜੇ ਇਕ ਥਾਂ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਥਾਂ ਲੈ ਜਾ ਕੇ ਇਹ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਦੋਨਾਂ ਦੇ ਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਵਿੱਚ ਵਿਖੇਪਣ ਇਕੋ ਵਰਗਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸ ਸਮਾਨਤਾ ਦਾ ਪਰੀਖਣ ਸੋਖੇ ਹੀ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਸਮਾਨਤਾ ਨੂੰ ਹੋਰ ਵੱਧ ਪੱਕਾ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਚਿੱਤਰ 5.4 (a) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਸੀਮਿਤ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਧੁਰੇ ਖੇਤਰ (axial field) ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਦੇ ਹਾਂ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਾਂਗੇ ਕਿ

ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਦੂਰੀ ਤੇ ਇਹ ਧੁਰਾ ਖੇਤਰ (ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ) ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਹੈ।

ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 5.4(a) ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਵਿਚ n ਫੇਰੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 'a' ਹੈ। ਮੰਨਿਆ ਇਸਦੀ ਲੰਬਾਈ $2l$ ਹੈ। ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ (ਬਿੰਦੂ P) ਅਸੀਂ ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ ਪਤਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਕਰਨ ਲਈ, ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦਾ ਇਕ ਛੋਟਾ ਗੋਲਾਕਾਰ ਅੰਸ਼ dx ਮੋਟਾਈ ਦਾ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ x ਦੂਰੀ ਤੇ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ndx ਫੇਰੇ ਹਨ। ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਵਿਚ I ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਪਿਛਲੇ ਅਧਿਆਇ ਦੇ ਅਣੁਭਾਗ 4.6 ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਕੁੰਡਲ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕੀਤੀ ਸੀ। ਸਮੀਕਰਨ (4.17) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਗੋਲਾਕਾਰ ਅੰਸ਼ ਦੇ ਕਾਰਨ ਬਿੰਦੂ p ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

$$dB = \frac{\mu_0 n dx I a^2}{2[(r-x)^2 + a^2]^{3/2}}$$

ਕੁਲ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਸਾਰੇ ਅੰਸ਼ਾ ਦੇ ਯੋਗਦਾਨ ਜੋੜਾਂਗੇ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ $x = -l$ ਤੋਂ $x = +l$ ਤਕ ਸਮਾਕਲਨ *(Integration)* ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ।

$$B = \frac{\mu_0 n I a^2}{2} \int_{-l}^{l} \frac{dx}{[(r-x)^2 + a^2]^{3/2}}$$

ਇਹ ਸਮਾਕਲਨ ਤ੍ਰਿਕੋਣਮਿਤੀ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਨ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਸਾਡਾ ਉਦੇਸ਼ ਪੂਰਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹ ਕਰਨਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ x ਦੀ ਸੀਮਾ $-l$ ਤੋਂ $+l$ ਤਕ ਹੈ। ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਬਹੁਤ ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਪੂਰੇ ਖੇਤਰ ਲਈ $r >> a$ ਅਤੇ $r >> l$ ਹੈ। ਤਦੋਂ ਹਰ ਦਾ ਮਾਨ ਹੋਵੇਗਾ

$$[(r-x)^2 + a^2]^{3/2} = r^3$$

ਅਤੇ $B = \dfrac{\mu_0 n I a^2}{2r^3} \displaystyle\int_{-l}^{l} dx$

$$= \frac{\mu_0 n I}{2} \frac{2la^2}{r^3} \tag{5.1}$$

ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $m = n\,(2l)\,I\,(\pi a^2)$ [ਭਾਵ ਕੁਲ ਫੇਰਿਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ × ਕਰੰਟ × ਅਣਪ੍ਰਮਖ ਕਾਟ ਖੇਤਰਫਲ]। ਇਸ ਲਈ

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2m}{r^3} \tag{5.2}$$

ਇਹੀ ਸਮੀਕਰਨ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ ਲਈ ਵੀ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਕੋਈ ਵੀ ਪ੍ਰਯੋਗਾਤਮਕ ਵਿਧੀ ਨਾਲ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਇੱਕੋ ਜਿਹਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ, ਬਰਾਬਰ ਹੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੈਦਾ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸਮਤੁਲ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਚੁੰਬਕ ਮੋਮੰਟ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ।

ਕੁਝ ਪਾਠ-ਪੁਸਤਕਾਂ $2l$ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉਤਰ ਧਰੁਵ ਲਈ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਚਾਰਜ $+q_m$ ਅਤੇ ਦਖਣੀ ਧਰੁਵ ਲਈ $+q_m(2l)$, ਨਿਯਤ ਕਰਦੀ ਹਨ। r ਦੂਰੀ ਤੇ q_m ਦੇ ਕਾਰਨ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਵਰਤਾ $\mu_0 q_m/4\pi r^2$ ਹੋਵੇਗੀ ਅਤੇ ਤਦੋਂ ਐਕਸੀਅਲ ਅਤੇ ਅਨੁਪ੍ਰਮਖ ਦੋਨੋਂ ਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਲਈ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ। (ਵੇਖੋ ਅਧਿਆਇ 1)। ਇਹ ਤਰੀਕਾ ਸਰਲ ਵੀ ਹੈ ਅਤੇ ਅਕਰਸ਼ਕ

ਵੀ ਪਰੰਤੂ, ਚੁੰਬਕੀ ਇੱਕ ਧਰੁਵਾ ਦੀ ਹੋਂਦ ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਨਹੀਂ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਸ ਪ੍ਰਸਤੁਤੀ-ਵਿਧੀ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਹੈ।

5.2.3 ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਡਾਈਪੋਲ (The dipole in uniform magnetic field)

ਲੋਹ-ਚੂਰਨ ਤੋਂ ਬਣੇ ਪੈਟਰਨ ਭਾਵ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਾਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਦਾ ਇੱਕ ਕੁੱਲ ਮਾਨ ਦਸਦੀਆਂ ਹਨ। ਆਮ ਤੌਰ ਤੇ ਸਾਨੂੰ **B** ਦਾ ਸਹੀ-ਸਹੀ ਮਾਨ ਜਾਣਨ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਅਸੀ ਇੱਕ ਪਤਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦਾ, ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ **m** ਅਤੇ ਜੜਤਾ ਮੋਮੈਂਟ (moment of inertia) $\mathscr{I}$ ਗਿਆਤ ਹੋਵੇ ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਕੰਪਣ (oscillation) ਕਰਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਵਿਵਸਥਾ ਚਿੱਤਰ 5.4(b) ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹੈ।

ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਤੇ ਬਲ ਮੋਮੈਂਟ (torque) [ਸਮੀਕਰਣ (4.29) ਵੇਖੋ]

$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{m} \times \mathbf{B} \tag{5.3}$$

ਜਿਸਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $\tau = mB \sin\theta$

ਇੱਥੇ τ ਰਿਸਟੋਰਿੰਗ ਟੋਰਕ ਹੈ ਅਤੇ ਕੋਣ θ, **m** ਅਤੇ **B** ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਕੋਣ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਸੰਤੁਲਨ-ਅਵਸਥਾ ਵਿਚ $\mathscr{I}\dfrac{d^2\theta}{dt^2} = -mB\sin\theta$

$mB \sin\theta$ ਦੇ ਨਾਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਨਿਸ਼ਾਨ ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਰਿਸਟੋਰਿੰਗ ਟੋਰਕ ਵਿਸਥਾਪਨਕਾਰੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਰੇਡੀਅਨ ਵਿਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਕੋਣ ਲਈ ਅਸੀਂ $\sin\theta \approx \theta$ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ। ਇਸ ਲਈ

$$\mathscr{I}\frac{d^2\theta}{dt^2} \approx -mB\,\theta$$

ਜਾਂ $\dfrac{d^2\theta}{dt^2} = -\dfrac{mB}{\mathscr{I}}\theta$

ਇਹ ਸਰਲ ਆਵਰਤੀ ਗਤੀ (SHM) ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਸਦੇ ਲਈ ਕੋਣੀ ਆਵ੍ਰਿਤੀ (angular frequency) ਦਾ ਵਰਗ $\omega^2 = mB/\mathscr{I}$ ਅਤੇ ਸਮਾ ਕਾਲ (Time period) ਹੈ

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\mathscr{I}}{mB}} \tag{5.4}$$

ਜਾਂ $$B = \frac{4\pi^2\,\mathscr{I}}{mT^2} \tag{5.5}$$

ਚੁੰਬਕੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਲਈ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਅਸੀਂ ਉਸ ਵਿਧੀ ਦੀ ਨਕਲ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਅਸੀਂ ਬਿਜਲੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਵਿਅੰਜਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਅਪਣਾਈ ਸੀ। ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ U_m ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੈ

$$\begin{aligned} U_m &= \int \tau(\theta)\,d\theta \\ &= \int mB\sin\theta\, d\theta = -mB\cos\theta \\ &= -\mathbf{m}\cdot\mathbf{B} \end{aligned} \tag{5.6}$$

ਇਸ ਗੱਲ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲੇ ਵੀ ਕਾਫ਼ੀ ਜ਼ੋਰ ਦੇ ਕੇ ਕਿਹਾ ਸੀ ਕਿ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸਿਫ਼ਰ ਅਸੀਂ ਅਪਣੀ ਸੁਵਿਧਾ ਅਨੁਸਾਰ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਸਮਾਕਲਨ ਨਿਯਤਾਂਕ ਨੂੰ ਸਿਫਰ ਲੈਣ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਦਾ ਸਿਫਰ $\theta = 90°$ ਤੇ, ਭਾਵ ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਨੂੰ ਲੈ ਲਿਆ ਹੈ ਜਿਸ ਤੇ ਸੂਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ। ਸਮੀਕਰਨ (5.6) ਇਹ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ ਕਿ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ($= -mB$) (ਭਾਵ ਸਰਵਾਧਿਕ ਸਥਾਈ ਅਵਸਥਾ) at $\theta = 0°$ ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ

ਅਧਿਕਤਮ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ (= $+mB$) (ਭਾਵ ਅਧਿਕਤਮ ਅਸਥਾਈ ਅਵਸਥਾ) $\theta = 180°$ ਤੇ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.1 ਚਿੱਤਰ 5.4(b) ਵਿਚ, ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ 6.7×10^{-2} Am^2 ਅਤੇ ਜੜਤਾ ਮੋਮੈਂਟ $\mathcal{I} = 7.5 \times 10^{-6}$ kg m^2. ਇਹ 6.70 s ਵਿਚ 10 ਪੂਰੇ ਡੋਲਨ ਪੂਰੇ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ?

ਹੱਲ— ਡੋਲਨਕਾਲ ਯਾ ਆਵਰਤ ਕਾਲ

$$T = \frac{6.70}{10} = 0.67s$$

ਸਮੀਕਰਨ (5.5) ਤੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$B = \frac{4\pi^2 \mathcal{I}}{mT^2}$$

$$= \frac{4 \times (3.14)^2 \times 7.5 \times 10^{-6}}{6.7 \times 10^{-2} \times (0.67)^2}$$

$$= 0.01 \text{ T}$$

ਉਦਾਹਰਨ 5.2 ਇਕ ਛੋਟੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਜਦੋਂ 800 G ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਧੁਰਾ ਖੇਤਰ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਏ, ਤਾਂ ਇਹ 0.016 Nm. ਦਾ ਟਾਰਕ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦਾ ਹੈ। (a) ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਕਿੰਨਾ ਹੈ? (b) ਸਰਵਾਧਿਕ ਸਥਾਈ ਸਥਿਤੀ ਤੋਂ ਸਰਵਾਧਿਕ ਅਸਥਾਈ ਸਥਿਤੀ ਤੱਕ ਇਸਨੂੰ ਘੁੰਮਾਉਣ ਵਿਚ ਕਿੰਨਾ ਕਾਰਜ ਕਰਨਾ ਪਵੇਗਾ। (c) ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਜੇ ਇੱਕ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਨਾਲ ਬਦਲੀਏ ਜਿਸ ਵਿਚ ਹਜ਼ਾਰ ਫੇਰੇ ਹੋਣ, ਜਿਸਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਸਤ ਕਾਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ 2×10^{-4} ਮੀ^{2} ਹੋਵੇ, ਅਤੇ ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਉਨ੍ਹਾਂ ਹੀ ਹੋਵੇ ਜਿੰਨਾ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਵਿੱਚ ਵੱਗਣ ਵਾਲਾ ਕਰੰਟ ਪਤਾ ਕਰੋ?

ਹੱਲ—

(a) ਸਮੀਕਰਨ (5.3) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ $\tau = m B \sin \theta$, $\theta = 30°$, ਇਸ ਲਈ $\sin\theta = 1/2$.

ਇਸ ਲਈ, $0.016 = m \times (800 \times 10^{-4}\text{ T}) \times (1/2)$

$m = 160 \times 2/800 = 0.40$ A m^2

(b) ਸਮੀਕਰਨ (5.6) ਅਨੁਸਾਰ ਸਰਵਾਧਿਕ ਸਥਾਈ ਸਥਿਤੀ ਤਦੋਂ ਹੈ ਜਦੋਂ $\theta = 0°$ ਅਤੇ ਸਰਵਾਧਿਕ ਅਸਥਾਈ ਸਥਿਤੀ ਤਦੋਂ ਹੈ ਜਦੋਂ $\theta = 180°$

$$W \quad U_m(\theta = 180) \quad U_m(\theta = 0)$$

$$= 2\, m B = 2 \times 0.40 \times 800 \times 10^{4} = 0.064 \text{ J}$$

(c) ਸਮੀਕਰਨ (4.30) ਅਨੁਸਾਰ $m_s = NIA$ ਭਾਗ (a) ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਗਿਆਤ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕਿ

$m_s = 0.40$ A m^2

$$0.40 = 1000 \times I \times 2 \times 10^{-4}$$

$I = 0.40 \times 10^{4}/(1000 \times 2) = 2$A

ਉਦਾਹਰਨ 5.3

(a) ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਦੋ ਖੰਡਾਂ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ (i) ਇਸਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਲੰਬਵਤ (ii) ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਅਨੁਦਿਸ਼

(b) ਇਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਗਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਤੇ ਟਾਰਕ ਤਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਹੋਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਇਸ ਤੇ ਕੋਈ ਪ੍ਰਣਾਮੀ ਬਲ ਨਹੀਂ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਪਰ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਨੇੜੇ ਰੱਖੀ ਲੋਹੇ ਦੀ ਕਿੱਲ ਤੇ ਟਾਰਕ ਦੇ ਨਾਲ-ਨਾਲ ਪ੍ਰਣਾਮੀ ਬਲ ਵੀ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂ?

(c) ਕੀ ਹਰੇਕ ਚੁੰਬਕੀ ਬਣਤਰ ਦਾ ਇੱਕ ਉੱਤਰੀ ਅਤੇ ਇੱਕ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ? ਇੱਕ ਟੋਰਾਈਡ (Torroid) ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਆਪਣੀ ਟਿਪਣੀ ਦਿਓ।

(d) ਦੋ ਇੱਕੋ ਜਿਹੀ ਦਿਖਾਈ ਦੇਣ ਵਾਲੀਆਂ ਛੜਾਂ (a) ਅਤੇ (b) ਦਿੱਤੀਆਂ ਗਈਆਂ ਹਨ। ਜਿਸ ਵਿਚੋਂ ਕੋਈ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਤੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਹੈ, ਇਹ ਪਤਾ ਹੈ (ਪਰੰਤੂ ਕਿਹੜੀ ਇਹ ਪਤਾ ਨਹੀਂ ਹੈ?) ਤੁਸੀਂ ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਸੁਨਿਸ਼ਚਿਤ ਕਰੋਗੇ ਕਿ ਦੋਵੇ ਛੜਾਂ ਚੁੰਬਕਤ ਹਨ ਜਾਂ ਸਿਰਫ ਇੱਕ? ਅਤੇ ਜੇ ਸਿਰਫ ਇਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕਤ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਕਿਵੇਂ ਪਤਾ ਲਗਾਓਗੇ ਕਿ ਉਹ ਕਿਹੜੀ ਹੈ। [ਤੁਹਾਨੂੰ ਛੜਾਂ a ਅਤੇ b ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਹੋਰ ਕੋਈ ਚੀਜ਼ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨਹੀਂ ਕਰਨੀ ਹੈ।]

ਹੱਲ—

(a) ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਕੇਸਾਂ ਵਿੱਚ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦੋ ਚੁੰਬਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਹਰੇਕ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਉੱਤਰੀ ਅਤੇ ਇੱਕ ਦੱਖਣੀ ਧੁਰਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(b) ਜੇ ਖੇਤਰ ਇੱਕਸਮਾਨ ਹੋਣ ਸਿਰਫ਼ ਤਦੋਂ ਚੁੰਬਕ ਤੇ ਕੋਈ ਬਲ ਨਹੀਂ ਲੱਗਦਾ ਪਰੰਤੂ ਛੜ ਚੰਬਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿੱਲ ਤੇ ਅਸਮਾਨ ਖੇਤਰ ਲੱਗਦਾ ਹੈ, ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿੱਲ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੂਵਮੈਂਟ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਤੇ ਪ੍ਰਣਾਮੀ ਬਲ ਵੀ ਲੱਗਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਟਾਰਕ ਵੀ। ਪ੍ਰਣਾਮੀ ਬਲ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਕਿੱਲ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਦੱਖਣੀ ਧੁਰਾ ਇਸ ਵਿਚ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਉੱਤਰੀ ਧੁਰੇ ਦੇ ਨਾਲੋਂ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਵੱਧ ਨੇੜੇ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(c) ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਤਦੋਂ ਸੱਚ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੋਮੇ ਦਾ ਪ੍ਰਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੂਵਮੈਂਟ ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੋਵਗਾ। ਟਾਰਾਇਡ ਜਾਂ ਅਨੰਤ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਦੇ ਲਈ ਇਝ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ।

(d) ਚੁੰਬਕਾਂ ਦੇ ਵੱਖ-2 ਸਿਰਿਆ ਨੂੰ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਉਣ ਦੀ ਕੋਸ਼ਿਸ਼ ਕਰੋ। ਜੇ ਕਿਸੇ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਅਪਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਦੋਵੇ ਛੜਾਂ ਚੁੰਬਕਤ ਹਨ। ਜੇ ਹਮੇਸ਼ਾ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਹੀ ਲੱਗੇ ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕਤ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਇਹ ਵੇਖਣ ਲਈ ਕਿ ਕਿਹੜੀ ਛੜ ਚੁੰਬਕਤ ਹੈ, ਇਕ ਛੜ A ਮੰਨ ਲਓ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਇੱਕ ਸਿਰਾ ਥੱਲੇ ਕਰੋ, ਪਹਿਲੇ ਦੂਸਰੀ ਛੜ B ਦੇ ਸਿਰੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਲਿਆਓ ਅਤੇ ਫਿਰ ਵਿਚਕਾਰ ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਪਾਓ ਕਿ B ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਛੜ A ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਅਨੁਭਵ ਨਹੀਂ ਕਰਦੀ ਤਾਂ B ਚੁੰਬਕਤ ਹੈ। ਅਤੇ ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਪਾਓ ਕਿ ਸਿਰੇ ਤੇ ਅਤੇ ਵਿਚਕਾਰ ਆਕਰਸ਼ਣ ਬਲ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਤਾਂ ਛੜ A ਚੁੰਬਕਿਤ ਹੈ।

5.2.4 ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਅਨੁਰੂਪ The electrostatic analog

ਸਮੀਕਰਨ (5.2), (5.3) ਅਤੇ (5.4) ਦੇ ਸੰਗਤ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨਾ (ਅਧਿਆਇ 1ਨੂੰ ਵੇਖੋ) ਨਾਲ ਤੁਲਨਾ ਕਰਨ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਸ ਨਤੀਜੇ ਤੇ ਪੁੱਜਦੇ ਹਾਂ ਕਿ **m** ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਵਾਲੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਇਸ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਤਾ ਕਰਨ ਲਈ, ਅਸੀਂ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਵਾਲੇ ਬਿਜਲਈ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਪਨੇ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮੀਕਰਨ ਵਿਚ ਸਿਰਫ ਹੇਠ ਲਿਖੇ ਪ੍ਰਤੀਸਥਾਪਨ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨੇ ਹੋਣਗੇ—

$$\mathbf{E} \rightarrow \mathbf{B}\ ,\ \mathbf{p} \rightarrow \mathbf{m}\ ,\ \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \rightarrow \frac{\mu_0}{4\pi}$$

ਜਿਆਦਾਤਰ : r ਦੂਰੀ ($r >> l$) ਲਈ, ਜਿੱਥੇ l ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਹੈ) ਤੇ ਇਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ (equitorial field)

$$\mathbf{B}_E = -\frac{\mu_0 \mathbf{m}}{4\pi r^3} \tag{5.7}$$

ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ, r ਦੂਰੀ ($r >> l$ ਲਈ) ਤੇ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ

$$\mathbf{B}_A = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\mathbf{m}}{r^3} \tag{5.8}$$

ਸਮੀਕਰਨ (5.8) ਸਮੀਕਰਨ (5.2) ਦਾ ਸਦਿਸ਼ ਰੂਪ ਹੈ। ਸਾਰਣੀ 5.1 ਬਿਜਲੀ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲਾ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਮਾਨਤਾ ਦਰਸ਼ਾਉਂਦੀ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 5.1 ਡਾਈਪੋਲਾਂ ਦੀ ਸਮਾਨਤਾ

	ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ	ਚੁੰਬਕੀ
	$1/\varepsilon_0$	μ_0
ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ	$\mathbf{p}$	$\mathbf{m}$
ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਖੇਤਰ	$-\mathbf{p}/4\pi\varepsilon_0 r^3$	$-\mu_0\,\mathbf{m}/4\pi r^3$
ਐਕਸੀਅਲ ਖੇਤਰ	$2\mathbf{p}/4\pi\varepsilon_0 r^3$	$\mu_0\,2\mathbf{m}/4\pi r^3$
ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ-ਟਾਰਕ	$\mathbf{p}\times\mathbf{E}$	$\mathbf{m}\times\mathbf{B}$
ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ-ਊਰਜਾ	$-\mathbf{p}\cdot\mathbf{E}$	$-\mathbf{m}\cdot\mathbf{B}$

ਉਦਾਹਰਨ 5.4 5 cm ਲੰਬਾਈ ਦੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 50 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਬਿੰਦੂ, ਤੇ ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਅਤੇ ਐਕਸੀਅਲ ਸਥਿਤੀਆਂ ਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਕਲਨ ਕਰੋ। ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ 0.40 A m^{2}0 ਹੈ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਉਦਾਹਰਨ 5.2 ਵਿਚ ਹੈ

ਹੱਲ— ਸਮੀਕਰਨ (5.7) ਅਨੁਸਾਰ

$$B_E = \frac{\mu_0 m}{4\pi r^3} = \frac{10^{-7}\times 0.4}{(0.5)^3} = \frac{10^{-7}\times 0.4}{0.125} = 3.2\times 10^{-7}\ \mathrm{T}$$

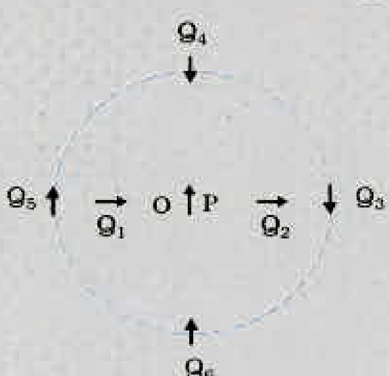
ਸਮੀਕਰਨ (5.8), ਅਨੁਸਾਰ $B_A = \dfrac{\mu_0 2m}{4\pi r^3} = 6.4\times 10^{-7}\ \mathrm{T}$

ਉਦਾਹਰਨ 5.5 ਚਿੱਤਰ 5.5 ਵਿਚ O ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖੀ ਗਈ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ P ਵਿਖਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਤੀਰ ਇਸਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਹੋਰ ਤੀਰ, ਦੂਸਰੀ ਸਮਰੂਪ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ Q ਦੀ ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ (ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦੇ ਦਿਸ਼ਾਮਾਨਾਂ) ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

(a) ਕਿਸ ਬਣਤਰ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਿਸਟਮ ਸੰਤੁਲਿਤ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗਾ?

(b) ਕਿਸ ਬਣਤਰ ਵਿੱਚ ਸਿਸਟਮ (i) ਸਥਾਈ (ii) ਅਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਵਿੱਚ ਹੋਣਗੇ?

(c) ਵਿਖਾਏ ਗਈ ਸਾਰੀ ਬਣਤਰਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕਿਸਦੀ ਨਿਊਨਤਮ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹੈ?



ਚਿੱਤਰ 5.5

ਹੱਲ—

ਕਿਸੇ ਬਣਤਰ ਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ, ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ (ਮੰਨਿਆ Q) ਦੀ, ਦੂਸਰੇ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ (ਮੰਨਿਆ P) ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਪੰਨ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ ਹੈ। ਤੁਸੀਂ ਸਮੀਕਰਨ (5.7) ਅਤੇ (5.8) ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਪਰਿਣਾਮ ਪ੍ਰਯੋਗ ਵਿਚ ਲਿਆ ਸਕਦੇ ਹੋ।

$$\mathbf{B}_P = -\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\mathbf{m}_P}{r^3}$$ (ਲੰਬ ਸਮਦੋਭਾਜਕ ਤੇ)

$$\mathbf{B}_P = \frac{\mu_0 2}{4\pi}\frac{\mathbf{m}_P}{r^3}$$ (ਧੁਰੇ ਤੇ)

ਉੱਤਰ 5.5

ਜਿਥੇ $\mathbf{m}_P$ ਡਾਈਪੋਲ P ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਹੈ

ਸੰਤੁਲਨ ਤਦੋਂ ਸਥਾਈ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ $\mathbf{m}_Q$ ਅਤੇ $\mathbf{B}_P$ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਣਗੇ ਅਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਅਸਥਾਈ ਤਦੋਂ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਵੀ ਪ੍ਰਤੀ ਸਮਾਂਤਰ ਹੋਣਗੇ।

ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਬਣਤਰ Q_3 ਵਿਚ, ਜਿਸਦੇ ਲਈ Q ਡਾਈਪੋਲ P ਦੇ ਲੰਬ ਸਮਦੁਭਾਜਕ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ, Q ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ, ਸਥਿਤੀ 3 ਵਿਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ Q_3 ਸਥਾਈ ਹੈ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ

(a) PQ_1 ਅਤੇ PQ_2

(b) (i) PQ_3, PQ_6 (ਸਥਾਈ); (ii) PQ_5, PQ_4 (ਅਸਥਾਈ)

(c) PQ_6

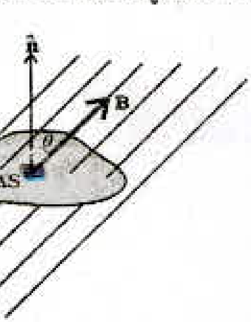
5.3 ਚੁੰਬਕਤਵ ਅਤੇ ਗੌਸ ਨਿਯਮ (MAGNETISM AND GAUSS S LAW)

KARL FRIEDRICH GAUSS (1777 – 1855)

ਕਾਰਲ ਫਰੈਡਰਿਕ ਗੌਸ (1777 1855) ਇਹ ਇੱਕ ਵਿਲੱਖਣ ਬਾਲ-ਪ੍ਰਤਿਭਾ ਸੀ। ਗਣਿਤ, ਭੌਤਿਕੀ, ਇੰਜੀਅਰਿੰਗ, ਖਗੋਲਸ਼ਾਸਤਰ ਅਤੇ ਇੱਥੋਂ ਤਕ ਕਿ ਭੂ-ਸਰਵੇਖਣ ਵਿੱਚ ਵੀ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਮਹਾਰਤ ਹਾਸਿਲ ਸੀ। ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਦੇ ਗੁਣ ਇਹਨਾਂ ਨੂੰ ਲੁਭਾਂਦੇ ਸੀ ਅਤੇ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਕਾਰਜ ਵਿਚ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਬਾਅਦ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਜਮਾਨੇ ਦੇ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਗਣਿਤਕ ਵਿਕਾਸ ਦਾ ਪੂਰਵ ਅਭਾਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। 1833 ਵਿਚ ਵਿਲਹੇਮ ਵੈਲਸਰ ਨਾਲ ਮਿਲਕੇ ਇਹਨਾਂ ਨੇ ਪਹਿਲਾ ਬਿਜਲੀ ਟੈਲੀਗ੍ਰਾਫ ਬਣਾਇਆ ਵਕਰ ਪ੍ਰਿਸ਼ਠਾ ਨਾਲ ਸੰਬੰਧਿਤ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਗਣਿਤਕ ਸਿਧਾਂਤ ਨੇ ਬਾਦ ਵਿਚ ਸੀ ਮਨ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤੇ ਗਏ ਕਾਰਜ ਦਾ ਨੀਂਹ-ਪੱਥਰ ਰਖਿਆ।

ਅਧਿਆਇ 1 ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਲਈ ਗੌਸ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦਾ ਅਧਿਐਨ ਕੀਤਾ ਸੀ। ਚਿੱਤਰ 5.3(c) ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਵੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ (i) ਦੁਆਰਾ ਅੰਕਿਤ ਬੰਦ ਗੌਸੀ ਸਤਹਿ ਤੋਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਜਿੰਨੀ ਸੰਖਿਆ ਬਾਹਰ ਆਉਂਦੀ ਹੈ, ਉਨੀ ਹੀ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਵੇਸ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸ ਗੱਲ ਦੀ ਇਸ ਤੱਥ ਨਾਲ ਸੰਗਤੀ ਬੈਠਦੀ ਹੈ ਕਿ ਸਤਹਿ ਦੁਆਰਾ ਘੇਰਿਆ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਸਿਫਰ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਉਸੇ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ, ਬੰਦ ਸਤਹਿ (ii) ਜੋ ਕਿਸੇ ਧੰਨ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਘੇਰਦੀ ਹੈ, ਦੇ ਲਈ ਪਰਿਣਾਮੀ ਬਾਹਰੀ ਫਲਕਸ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਉਹਨਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਦੇ ਲਈ ਬਿਲਕੁਲ ਵੱਖ ਹੈ, ਜੋ ਅਖੰਡ ਹਨ ਅਤੇ ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 5.3(a) ਯਾ 5.3(b) ਵਿਚ (i) ਯਾ (ii) ਦੁਆਰਾ ਅੰਕਿਤ ਗੌਸੀ ਸਤਹਿ ਦਾ ਨਿਰੀਖਣ ਕਰੋ। ਤੁਸੀਂ ਪਾਓਗੇ ਕਿ ਸਤਹਿ ਤੇ ਬਾਹਰ ਆਉਣ ਵਾਲੀ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆਂ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ, ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ। ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਲਈ ਕੁਲ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਸਿਫਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਗੱਲ ਕਿਸੇ ਵੀ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹ ਲਈ ਸੱਚ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 5.6

ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ S ਦਾ ਇਕ ਛੋਟਾ ਸਦਿਸ਼ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}$ ਲਓ। ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ 5.6 ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। $\Delta\mathbf{S}$ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ $\Delta\phi_B = \mathbf{B}\cdot\Delta\mathbf{S}$, ਜਿੱਥੇ **B**, $\Delta\mathbf{S}$ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਅਸੀਂ S ਨੂੰ ਕਈ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਖੰਡਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚੋਂ ਹਰੇਕ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸਾ ਦਾ ਮਾਣ ਅਲਗ-ਅਲਗ ਕੱਢਦੇ ਹਾਂ। ਤਦੋਂ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ϕ_B ਦਾ ਮਾਨ ਹੈ,

$$\phi_B = \sum_{\text{ਸਾਰੇ}} \Delta\phi_B = \sum_{\text{ਸਾਰੇ}} \mathbf{B}\cdot\Delta\mathbf{S} = 0 \qquad (5.9)$$

ਜਿੱਥੇ ਸਾਰੇ ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਸਾਰੇ ਖੇਤਰਫਲ ਖੰਡ $\Delta\mathbf{S}'$ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਤੇ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਨਾਲ ਕਰੋ। ਜਿੱਥੇ ਇਕ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ

$$\sum \mathbf{E}\cdot\Delta\mathbf{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

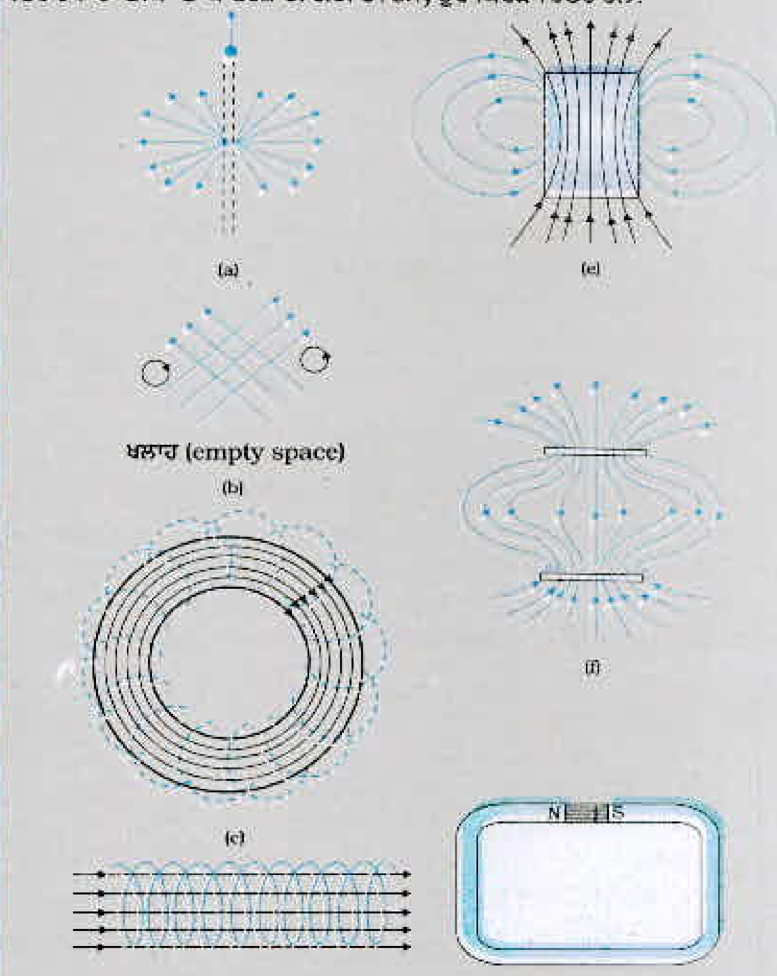
ਜਿੱਥੇ q ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਦੁਆਰਾ ਘਿਰਿਆ ਚਾਰਜ ਹੈ।

ਚੁੰਬਕਤਵ ਅਤੇ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦਾ ਅੰਤਰ ਇਸੇ ਤੱਥ ਦੀ ਅਭਿਵਿਅਕਤੀ ਹੈ ਕਿ ਵੱਖ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ (Isolated magnetic poles) (ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਇਕ ਧਰੁਵ (monopoles) ਵੀ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ) ਦੀ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। B ਦਾ ਕੋਈ ਸ੍ਰੋਤ ਅਤੇ ਸਿੰਕ (Sink) ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਸਰਲਤਮ ਚੁੰਬਕੀ ਖੰਡ ਇਕ ਡਾਈਪੋਲ ਯਾ ਬਿਜਲੀ ਲੂਪ ਹੈ। ਸਾਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਰਿਘਟਨਾਵਾਂ ਇਕ ਬਿਜਲਈ ਲੂਪ ਅਤੇ ਯਾ ਡਾਈਪੋਲ ਵਿਵਸਥਾ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਸਮਝਾਈ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

ਚੁੰਬਕਤਵ ਲਈ ਗਾਉਸ ਦਾ ਨਿਯਮ ਹੈ—

ਕਿਸੇ ਵੀ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁਲ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.6 ਹੇਠਾਂ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਚਿੱਤਰ, ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਕਈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਗਲਤ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹਨ [ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਮੋਟੀ ਰੇਖਾਵਾਂ] ਪਹਿਚਾਨੋ ਕਿ ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਕੀ ਗਲਤੀ ਹੈ? ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕੁਝ ਵਿੱਚ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਠੀਕ-ਠਾਕ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਦੱਸੋ, ਉਹ ਕਿਹੜੇ ਚਿੱਤਰ ਹਨ?



ਚਿੱਤਰ 5.7

ਉਦਾਹਰਨ 5.6

ਹੱਲ—

(a) *ਗਲਤ ਹੈ।* ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਹੀਂ ਨਿਕਲ ਸਕਦੀ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾਂ ਤੇ **B** ਦਾ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸਿਫਰ ਹੀ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਭਾਵ, ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਜਿੰਨਿਆਂ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਤ੍ਹਾ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀ ਹਨ ਉਂਨਿਆਂ ਹੀ ਇਸਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਣੀਆਂ ਚਾਹੀਦੀਆਂ ਹਨ। ਵਿਖਾਈ ਗਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਇੱਕ ਲੰਬੇ ਧਨ-ਚਾਰਜਿਤ ਤਾਰ ਦਾ ਬਿਜਲੀ ਖੇਤਰ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹਨ। ਸਹੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਧਿਆਇ 4 ਵਿਚ ਦੱਸਿਆ ਗਿਆ ਹੈ, ਸਿੱਧੇ ਤਾਰਾਂ ਨੂੰ ਚਾਰਾਂ ਪਾਸੇ ਘੇਰਨ ਵਾਲੇ ਗੋਲੇ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਹੈ।

(b) *ਗਲਤ ਹੈ।* ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ (ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਾਂਗ) ਕਦੇ ਵੀ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਕੱਟਦੀ ਨਹੀਂ। ਕਿਉਂਕੀ, ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਕਾਟ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੁਅਰਥੀ ਹੋ ਜਾਵੇਗੀ। ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਇਕ ਗਲਤੀ ਹੋਰ ਵੀ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਮੁਕਤ ਅਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਕਦੇ ਵੀ ਬੰਦ ਵੱਕਰ ਨਹੀਂ ਬਣਾ ਸਕਦੀ। ਸਥਿਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਂ ਦੇ ਬੰਦ ਲੂਪ ਨੂੰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਇਕ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪ੍ਰਦੇਸ਼ ਨੂੰ ਘੇਰਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਹੋਕੇ ਬਿਜਲੀ ਵਗ ਰਹੀ ਹੈ। [ਇਸਦੇ ਉਲਟ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਦੇ ਵੀ ਬੰਦ ਲੂਪ ਨਹੀਂ ਬਣਾ ਸਕਦੀ, ਨਾ ਤਾ ਮੁਕਤ ਆਕਾਸ਼ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਤਦੋਂ ਜਦੋਂ ਲੂਪ ਚਾਰਜ ਨੂੰ ਘੇਰਦੇ ਹਨ।]

(c) *ਠੀਕ ਹੈ।* ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਕ ਟਾਈਰਾਈਡ ਵਿਚ ਸਮਾਈ ਹੋਈ ਹੈ। ਇਥੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੁਆਰਾ ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਉਣ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਗਲਤੀ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਕਿਉਂਕਿ ਹਰੇਕ ਲੂਪ ਇੱਕ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਘੇਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚੋਂ ਦੀ ਹੋਕੇ ਬਿਜਲੀ ਗੁਜਰਦੀ ਹੈ। ਧਿਆਨ ਦਿਓ ਕਿ ਚਿੱਤਰ ਵਿਚ ਸਪਸ਼ਟਤਾ ਲਿਆਉਣ ਲਈ ਹੀ, ਟਾਰਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸਿਰਫ ਕੁਝ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹਨ। ਤੱਥ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਟਾਰਾਈਡ ਦੇ ਫੇਰਿਆ ਦੇ ਅੰਦਰ ਦੇ ਪੂਰੇ ਭਾਰ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਮੌਜੂਦ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ।

(d) *ਗਲਤ ਹੈ।* ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ, ਇਸਦੇ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਬਾਹਰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਸਿੱਧੀ ਅਤੇ ਮਿਸਟੀ ਹੋਈ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇੰਝ ਹੋਣ ਤੇ ਐਂਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਭੰਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਿਰਿਆ ਤੇ ਗੋਲਾਕਾਰ ਹੋ ਜਾਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹਨ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਮਿਲ ਕੇ ਬੰਦ ਵਕਰ ਬਣਾਉਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ।

(e) *ਸਹੀ ਹੈ।* ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਅੰਦਰ ਅਤੇ ਬਾਹਰ ਦੋਨੋ ਪਾਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅੰਦਰ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਤੇ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਧਿਆਨ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ। ਸਾਰੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਉੱਤਰ ਧਰੁਵ ਤੋਂ ਨਹੀਂ ਨਿਕਲਦੀ (ਅਤੇ ਨਾ ਹੀ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਤੇ ਖ਼ਤਮ ਹੁੰਦੀ ਹੈ) N-ਧਰੁਵ ਅਤੇ S-ਧਰੁਵ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਣ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(f) *ਗਲਤ ਹੈ।* ਸੰਭਾਵਨਾ ਇਹੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਹੀਂ ਦਰਸਾਉਂਦੀ। ਉਂਪਰੀ ਭਾਗ ਨੂੰ ਵੇਖੋ। ਸਾਰੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸੇਡਿਡ (Shaded) ਪਲੇਟ ਤੋਂ ਨਿਕਲਦੀ ਜਾਪਦੀ ਹਨ। ਇਸ ਪਲੇਟ ਨੂੰ ਘੇਰਨ ਵਾਲੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲੇ ਖੇਤਰ ਦਾ ਕੁਲ ਫਲਕਸ ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸੰਦਰਭ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੋਣਾ ਸੰਭਵ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਦਿਖਾਈ ਗਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ, ਧੰਨਚਾਰਿਜਤ ਉਪਰੀ ਪਲੇਟ ਅਤੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜਿਤ ਨਿਚਲੀ ਪਲੇਟ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹਨ। [ਚਿੱਤਰ 5.7(e) ਅਤੇ (f)] ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੇ ਅੰਤਰ ਨੂੰ ਧਿਆਨ ਨਾਲ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

(g) *ਗਲਤ ਹੈ।* ਦੋ ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ, ਸਿਰਿਆਂ ਤੇ, ਠੀਕ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ। ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿਚ ਕੁਝ ਫੈਲਾਵ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਐਂਪੀਅਰ ਦਾ ਨਿਯਮ ਭੰਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇਹ ਗੱਲ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਲਈ ਵੀ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.7

(a) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ (ਹਰ ਬਿੰਦੂ ਤੇ) ਉਹ ਦਿਸ਼ਾ ਦਸਦੀ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ (ਉਸ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਰਖੀ) ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਤੇ ਆਰੋਪਿਤ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵੀ ਹਨ?

(b) ਇੱਕ ਟਾਰਾਈਡ ਵਿੱਚ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕੋਰ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸੀਮਿਤ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਵਿਚ ਇੰਝ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਕਿਓਂ?

(c) ਜੇ ਚੁੰਬਕੀ ਇਕਲੇ ਧਰੁਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਹੁੰਦੀ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਬੰਧੀ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਕੀ ਰੂਪ ਲੈਂਦਾ?

(d) ਕੀ ਕੋਈ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਆਪਣੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਵਜ੍ਹਾ ਨਾਲ ਆਪਣੇ ਉੱਤੇ ਟਾਰਕ ਆਰੋਪਿਤ ਕਰਦੀ ਹੈ? ਕਿ ਕਿਸੇ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਤਾਰ ਦਾ ਇੱਕ ਖੰਡ ਉਸੇ ਤਾਰ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਖੰਡ ਤੇ ਬਲ ਆਰੋਪਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(e) ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜਾ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਉਤਪੰਨ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਕਿ ਕੋਈ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਹੋਵੇਗਾ, ਭਾਵੇ ਉਸਦਾ ਕੁਲ ਚਾਰਜ ਸਿਫਰ ਹੈ?

ਹੱਲ—

(a) ਨਹੀਂ, ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਹਮੇਸ਼ਾ **B** ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ = $q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$) ਇਸ ਲਈ **B** ਦੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਕਹਿਣਾ ਭਰਮ ਪੈਦਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।

(b) ਜੇ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਸਿਰਫ ਸਿੱਧੀ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆ ਦੇ ਵਿੱਚ ਸੀਮਿਤ ਹੋਂਦੀ ਤਾਂ ਹਰੇਕ ਸਿਰੇ ਦੇ ਅਨੁਪ੍ਰਸਥ ਕਾਟ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਸਿਫਰ ਨਾ ਹੋਂਦਾ। ਪਰੰਤੂ, ਖੇਤਰ **B** ਦਾ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਤਾ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸਿਫਰ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਟਾਰਾਈਡ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਮਸਿਆ ਹੀ ਖੜੀ ਨਹੀਂ ਹੋਂਦੀ ਕਿਉਂਕਿ ਇਸਦੇ ਕੋਈ ਸਿਰੇ ਨਹੀਂ ਹੋਂਦੇ।

(c) ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਬੰਧੀ ਗੌਸ ਦਾ ਨਿਯਮ ਇਹ ਕਹਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਖੇਤਰ **B** ਦੇ ਕਾਰਨ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਫਲਕਸ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸਿਫ਼ਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਲਈ $\int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 0$.

ਜੇ ਇਕੱਲੇ ਧਰੁਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਹੁੰਦੀ ਤਾ (ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਗੌਸ ਨਿਯਮ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ) ਸਮੀਕਰਨ ਦੇ ਸੱਜੇ ਪਾਸੇ ਸਤ੍ਹਾ S ਤੋਂ ਘਿਰੇ ਇਕੱਲੇ ਧਰੁਵ (ਚੁੰਬਕੀ ਚਾਰਜਾਂ) q_m ਦਾ ਜੋੜ ਆਉਂਦਾ। ਭਾਵ ਸਮੀਕਰਨ ਦਾ ਰੂਪ ਹੁੰਦਾ $\int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 q_m$ ਜਿਥੇ q_m, S ਤੋਂ ਘਿਰਿਆ ਚੁੰਬਕੀ (ਇਕੱਲਾ ਧਰੁਵ) ਹੈ।

(d) ਨਹੀ। ਤਾਰ ਦੇ ਛੋਟੇ ਖੰਡ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸਦੇ ਆਪਣੇ ਉੱਤੇ ਕੋਈ ਬਲ ਯਾ ਟਾਰਕ ਨਹੀ ਲਗਦਾ। ਪਰੰਤੂ ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਉਸੇ ਤਾਰ ਦੇ ਦੂਸਰੇ ਛੋਟੇ ਖੰਡ ਤੇ ਬਲ (ਯਾ ਟਾਰਕ) ਲਗਦਾ ਹੈ। (ਸਿੱਧੇ ਤਾਰ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਮਾਮਲੇ ਵਿੱਚ, ਇਹ ਬਲ ਸਿਫ਼ਰ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।)

(e) ਹਾਂ। ਸੰਪੂਰਨ ਵਿਵਸਥਾ ਨੂੰ ਵੇਖਿਏ ਤਾ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜਾ ਦਾ ਔਸਤ ਸਿਫਰ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਵੀ, ਇਹ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਬਿਜਲੀ ਵਾਹਕ ਲੂਪਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਪੰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਦਾ ਔਸਤ ਸਿਫ਼ਰ ਨਾ ਹੋਵੇ। ਸਾਡੇ ਸਾਹਮਣੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾ ਦੇ ਕੇਸ ਵਿਚ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਕਈ ਉਦਾਹਰਨ ਆਉਣਗੇ ਜਿੱਥੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦਾ ਚਾਰਜ ਸਿਫਰ ਹੈ ਪਰੰਤੂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਸਿਫਰ ਨਹੀਂ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.7

5.4 ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ (THE EARTH S MAGNETISM)

PHYSICS

Geomagnetic field frequently asked questions
http://www.ngdc.noaa.gov/geomag/

ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਜ਼ਿਕਰ ਪਹਿਲਾ ਵੀ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਇਸਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਵੱਖ-2 ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ ਵੱਖਰੀ-ਵੱਖਰੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਪਰ ਇਸਦਾ ਮਾਨ 10^{-5} T ਦੀ ਕੋਟੀ ਦਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਕਾਰਨ ਕੀ ਹੈ, ਇਹ ਬਹੁਤ ਸਾਫ਼ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸੋਚਿਆ ਗਿਆ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਬਹੁਤ ਗਹਿਰਾਈ ਵਿਚ ਰੱਖੇ ਇਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੈ ਜੋ ਲਗਪਗ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਸਰਲ ਚਿੱਤਰ ਨਿਸ਼ਚਿਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਹੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਹੁਣ ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇਸਦੇ ਬਾਹਰੀ ਕੋਰ ਦੇ ਧਾਤਵਿਕ ਤਰਲਾਂ (ਜੋ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪਿਘਲਿਆ ਲੋਹਾ ਤੇ ਨਿਕਲ ਹੈ) ਦੀ ਸੰਵਾਹਿਕ ਗਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਤਪੰਨ ਬਿਜਲੀ ਧਾਰਾਵਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੋਂਦ ਵਿਚ ਆਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਨੂੰ ਡਾਈਨੈਮੋ ਪ੍ਰਭਾਵ (DYNAMO EFFECT) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰੱਖੇ (ਕਾਲਪਨਿਕ) ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਵਰਗੀ ਹੀ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਡਾਈਪੋਲ ਦਾ ਧੁਰਾ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਦੇ ਸੰਪਾਤੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਗੋਂ ਵਰਤਮਾਨ ਵਿਚ ਇਸ ਤੋਂ ਲਗਪਗ 11.3° ਤੇ ਝੁਕਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਇਸ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਦੇਖੀਏ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਉੱਥੇ ਸਥਿਤ ਹੈ, ਜਿੱਥੇ ਚੁੰਬਕੀ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਜਾਂ ਇਸਤੋਂ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦੀਆਂ ਹਨ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਉੱਤਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਦੀ ਸਥਿਤੀ 179.74° N ਅਕਸਾਂਸ ਅਤੇ 71.8° W ਦਿਸ਼ਾਂਤਰ ਤੇ ਹੈ। ਇਹ ਸਥਾਨ ਉੱਤਰੀ ਕੈਨੇਡਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵ ਅੰਟਾਰਟਿਕਾ ਵਿਚ, 79.74° S ਅਕਸਾਂਸ ਅਤੇ 108.22° E ਦਿਸ਼ਾਂਤਰ ਤੇ ਹੈ।

ਉਹ ਧਰੁੱਵ ਜੋ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਦੇ ਨਿਕਟ ਹੈ, ਉੱਤਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਕਹਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਭੂਗੋਲਿਕ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵ ਦੇ ਨਿਕਟ ਸਥਿਤ ਧਰੁੱਵ ਦੱਖਣੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਨਾਮਕਰਨਾਂ ਦੇ ਸੰਬੰਧ ਵਿੱਚ ਕੁੱਝ ਭਰਮ ਹਨ। ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀਆਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਨੂੰ ਵੇਖੋ। (ਚਿੱਤਰ 5.8) ਤਾ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਲਟ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਉੱਤਰੀ

ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ (N_m) ਤੋਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪ੍ਰਵੇਸ਼ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ ਅਤੇ ਦੱਖਣੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ (S_m) ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਆਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਪਰੰਪਰਾ ਇਸ ਲਈ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋਈ ਕਿਉਂਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰ ਉਹ ਦਿਸ਼ਾ ਸੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦਾ ਉੱਤਰੀ ਸਿਰਾ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਸੀ; ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧਰੁੱਵ ਨੂੰ ਉਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਇਸ ਲਈ ਕਿਹਾ ਗਿਆ ਕਿਉਂਕਿ ਉਹ ਉੱਤਰ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਗਿਆਨ ਕਰਾਉਣ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਕ ਸੀ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਾਸਤਵ ਵਿੱਚ ਉੱਤਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੱਖਣੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵ ਇਸ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.8

ਉਦਾਹਰਨ 5.8 ਵਿਸ਼ੁਵਤ ਰੇਖਾ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਲਗਭਗ 0.4 G ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ।

ਹੱਲ— ਸਮੀਕਰਨ (5.7) ਅਨੁਸਾਰ ਵਿਸ਼ੁਵਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ

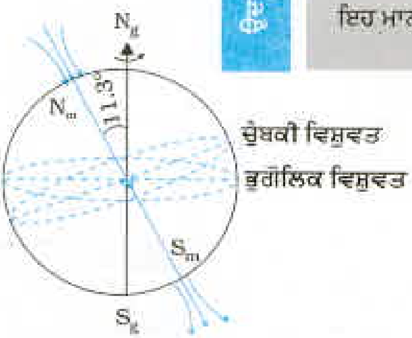
$$B_E = \frac{\mu_0 m}{4\pi r^3}$$

ਦਿੱਤਾ ਹੈ; $B_E \sim 0.4\ G = 4 \times 10^{-5}\ T$, r ਇਥੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ ਹੈ, 6.4×10^6 m. ਇਸ ਲਈ

$$m = \frac{4 \times 10^{-5} \times (6.4 \times 10^6)^3}{\mu_0 / 4\pi} = 4 \times 10^2 \times (6.4 \times 10^6)^3 \quad (\mu_0/4\pi = 10^{-7})$$

$$= 1.05 \times 10^{23}\ \mathrm{A\ m^2}$$

ਇਹ ਮਾਨ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਬੰਧੀ ਪੁਸਤਕਾਂ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮਾਣ $8 \times 10^{22}\ \mathrm{A\ m^2}$ ਦੇ ਬਹੁਤ ਨਿਕਟ ਹੈ।

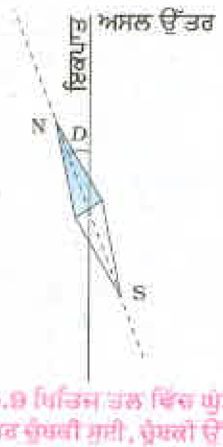


ਚਿੱਤਰ 5.8 ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਇਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੀ ਤਰ੍ਹਾਂ

5.4.1 ਚੁੰਬਕੀ ਇਕਪਾਤ ਅਤੇ ਡਿਪ

(Magnetic declination and dip)

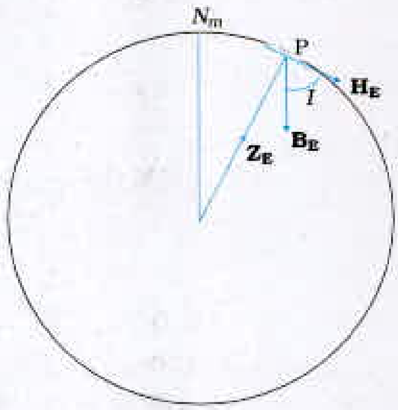
ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕੋਈ ਬਿੰਦੂ ਲਓ। ਇਸ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਦੇਸ਼ਾਂਤਰ ਵ੍ਰਿਤ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰ-ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਸਦੀ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਵੱਲ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਯਥਾਰਤ ਉੱਤਰ ਵੱਲ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਦਿਸ਼ਾਂਤਰ ਗੋਲੇ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਲੰਬਵੰਤ ਤਲ ਭੂਗੋਲਿਕ ਮੈਰੀਡੀਅਨ (Geographic Meridian) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਤੁਸੀਂ ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ (Magnetic Meridian) ਵੀ ਉਸ ਸਥਾਨ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰੀ ਤੇ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲ ਜਾਣ ਵਾਲੀ ਕਾਲਪਨਿਕ ਰੇਖਾ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲੇ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਤਲ ਵੀ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਦਿਸ਼ਾਂਤਰ ਵਰਗੇ ਹੀ ਇਕ ਗੋਲੇ ਵਿੱਚ ਕੱਟੇਗਾ। ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਜੋ ਖਤਿਜ ਤਲ (Horizontal) ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ, ਤਦੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਵਿਚ ਰਹੇਗੀ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਵਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰੇਗਾ। ਕਿਉਂਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵਾਂ ਨੂੰ ਮਿਲਾਉਣ ਵਾਲੀ ਰੇਖਾ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਭੂਗੋਲਿਕ ਧੁਰੇ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿਚ ਕਿਸੇ ਕੋਣ ਤੇ ਝੁੱਕੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ, ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ, ਭੂਗੋਲਿਕ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਨਾਲ ਇੱਕ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਉਹੀ ਕੋਣ ਹੈ, ਜੋ ਯਥਾਰਥ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦੁਆਰਾ ਦਰਸ਼ਾਏ ਉੱਤਰ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਣਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਕੋਣ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਇਕਪਾਤ (magnetic declination) ਅਤੇ ਕੇਵਲ ਇਕਪਾਤ (declination) ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। (ਚਿੱਤਰ 5.9)



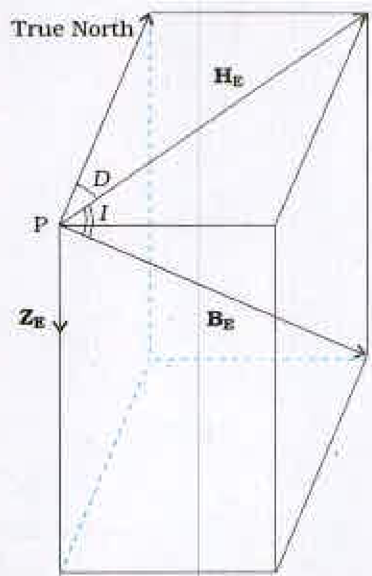
ਚਿੱਤਰ 5.9 ਖਿਤਿਜ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ, ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰ-ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਦਾ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਇਕਪਾਤ ਉਚਤਰ ਅਕਸ਼ਾਂਸ਼ਾਂ ਤੇ ਵੱਧ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ੁਵਤ ਰੇਖਾ ਦੇ ਨੇੜੇ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਭਾਰਤ ਵਿਚ ਇਕਪਾਤ ਦਾ ਮਾਣ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਹ ਦਿੱਲੀ ਵਿਚ 0.41′ E ਅਤੇ ਮੁੰਬਈ ਵਿਚ 0°58′ W ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਦੋਨਾਂ ਹੀ ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਕਾਫ਼ੀ ਹੱਦ ਤੱਕ ਸਹੀ ਉੱਤਰ ਦਿਸ਼ਾ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ।

ਇੱਕ ਹੋਰ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਰਾਸ਼ੀ ਵੀ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿਚ ਤੁਹਾਡੀ ਰੁਚੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਜੇਕਰ ਕੋਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੁਈ ਖਤਿਜ ਤਲ ਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪੂਰਨ ਸਤੁੰਲਨ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਮੇਰੀਡੀਅਨ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮ ਸਕੇ ਤਾਂ ਇਹ ਸੁਈ ਖਤਿਜ ਨਾਲ ਇੱਕ ਕੋਣ ਬਣਾਏਗੀ। (ਚਿੱਤਰ 5.10) ਇਹ ਨਮਨ ਕੋਣ ਜਾਂ ਡਿਪਕੋਣ (angle of dip) ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਡਿਪ ਕੋਣ ਉਹ ਕੋਣ ਹੈ, ਜੋ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਕੁੱਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_E$ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। (ਚਿੱਤਰ 5.11) ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ P ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੇਰੀਡੀਅਨ ਤਲ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਤਲ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਇੱਕ ਖੰਡ ਹੈ। ਬਿੰਦੂ P ਤੇ ਕੁੱਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਖਤਿਜ $\mathbf{H}_E$ ਅਤੇ ਇਕ ਲੰਬਵੇਂਤ ਖੰਡ $\mathbf{Z}_E$ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ। $\mathbf{B}_E$, $\mathbf{H}_E$ ਦੇ ਨਾਲ ਜੋ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਉਹੀ ਡਿਪ ਕੋਣ I ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 5.10 ਵਿਚ ਦਰਸਾਇਆ ਗਿਆ ਗੋਲਾ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਨ ਵਾਲਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਦਾ ਖੰਡ ਹੈ। $\mathbf{B}_E$ ਅਤੇ ਖਤਿਜ ਖੰਡ $\mathbf{H}_E$ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਣਿਆ ਕੋਣ ਡਿਪ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 5.11 ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_E$ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਖਤਿਜ ਅਤੇ ਲੰਬਵਤ ਖੰਡ $\mathbf{H}_E$ ਅਤੇ $\mathbf{Z}_E$ ਇਕਪਾਤ ਕੋਣ D ਅਤੇ ਡਿਪਕੋਣ I ਵੀ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ।

ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਉੱਤਰੀ ਗੋਲਾਰਥ ਵਿੱਚ ਨਮਨ ਗੋਲੇ ਦੀ ਸੁਈ ਦਾ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਝੁਕਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਦੱਖਣੀ ਗੋਲਾਰਥ ਵਿੱਚ ਨਮਨ ਸੁਈ ਦਾ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁੱਵ ਹੇਠਾਂ ਝੁੱਕਦਾ ਹੈ।

ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾ ਦੱਸਣ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਤਿੰਨ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦਾ ਵਿਵਰਨ ਦੇਣਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਹਨ :- ਇਕਪਾਤ ਕੋਣ D, ਨਮਨ ਜਾਂ ਡਿਪ ਕੋਣ I ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖਤਿਜ ਖੰਡ H_E। ਇਹ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਘਟਕ ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਇੱਥੇ ਲੰਬਵਤ ਘਟਕ

$$Z_E = B_E \sin I \qquad [5.10(a)]$$

ਖਤਿਜ ਘਟਕ

$$H_E = B_E \cos I \qquad [5.10(b)]$$

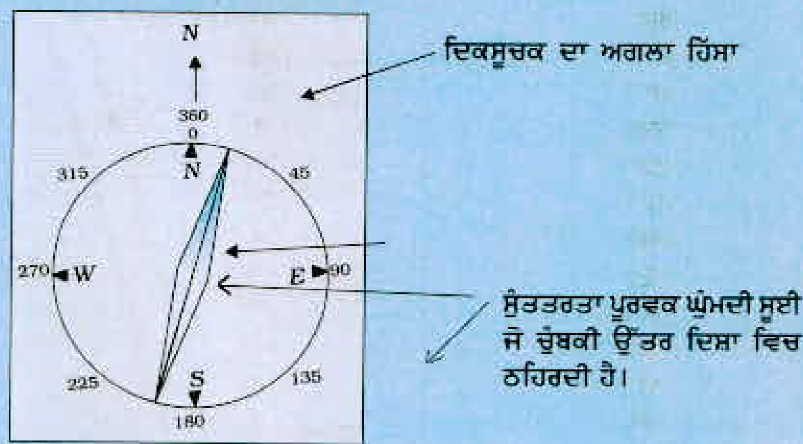
ਜਿਸਤੋਂ ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

$$\tan I = \frac{Z_E}{H_E} \qquad [5.10(c)]$$

ਧਰੁੱਵਾਂ ਤੇ ਸਾਡੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਨੂੰ ਕੀ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ?

WHAT HAPPENS TO MY COMPASS NEEDLES AT THE POLES?

ਚੁੰਬਕੀ ਦਿਸ਼ਾ ਸੂਚਕ ਵਿੱਚ ਇਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ, ਇੱਕ ਧੁਰੀ ਤੇ ਸੁਤੰਰਤਤਾ ਪੂਰਵਕ ਘੁੰਮ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਜਦੋਂ ਦਿਸ਼ਾ ਸੂਚਕ ਨੂੰ ਸਮਤਲ ਵਿਚ ਰੱਖਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਉਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਖਤਿਜ ਖੰਡ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਠਹਿਰਦੀ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੁੱਝ ਸਥਾਨਾਂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖਣਿਜਾਂ ਦੇ ਭੰਡਾਰ ਪਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਜਿਸਦੇ ਕਾਰਨ ਦਿਸ਼ਾ ਸੂਚਕ ਸੂਈ, ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਤੋਂ ਹੱਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਇਕਪਾਤ ਦਾ ਗਿਆਨ ਸਾਨੂੰ ਉਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਇਕਸੂਚਕ ਸੂਈ ਦੇ ਮਾਨ ਵਿੱਚ ਸ਼ੋਧ ਕਰਕੇ ਯਥਾਰਤ ਉੱਤਰ ਦਿਸ਼ਾ ਜਾਨਣ ਵਿਚ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦਾ ਹੈ।



ਇਸ ਲਈ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਨੂੰ ਧਰੁੱਵਾਂ ਤੇ ਲੈ ਜਾਣ ਤੇ ਕੀ ਪ੍ਰਣਾਮ ਹੋਵੇਗਾ। ਧਰੁੱਵ ਤੇ ਜਾਂ ਤਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਲੰਬਵਤ ਅਭਿਸ਼ਰਿਤ (converging) ਹੋਣਗੀਆਂ ਜਾਂ ਅਪਸ਼ਰਿਤ (diverging) ਹੋਣਗੀਆਂ, ਇਸ ਨਾਲ ਖਤਿਜ ਘਟਕ ਦਾ ਮਾਨ ਨਾ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ। ਜੇ ਸੂਈ ਸਿਰਫ਼ ਖਤਿਜ ਤਲ ਵਿਚ ਹੀ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੋਵੇਗੀ ਤਾਂ ਇਹ ਕਿਸੇ ਵੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰ ਸਕਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਨ ਇਕ ਸੂਚਕ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਦੀ ਕੋਈ ਉਪਯੋਗਤਾ ਨਹੀਂ ਰਹਿ ਜਾਵੇਗੀ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਜਿਸ ਵਸਤੂ ਦੀ ਸਾਨੂੰ ਲੋੜ ਹੈ ਉਹ ਹੈ ਨਮਨ ਦਰਸ਼ੀ ਸੂਈ, ਜੋ ਇੱਕ ਐਸੀ ਦਿੱਕ ਸੂਚਕ ਸੂਈ ਹੈ, ਜਿਸਨੂੰ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਾਲ ਯੁਕਤ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਧੁਰੀ ਤੇ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਤਦੋਂ ਇਸ ਦਿੱਕ ਸੂਚਕ ਦੀ ਸੂਈ, ਉਹ ਕੋਣ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ, ਜੋ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਨਾਲ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਤੇ ਇਹ ਸੂਈ ਸਿੱਧੇ ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਉਦਾਹਰਨ 5.9 ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖਿਤਿਜ ਖੰਡ 0.26G ਹੈ ਅਤੇ ਨਮਨ ਕੋਣ 60° ਹੈ। ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਕੀ ਹੈ?

ਹੱਲ—

ਇਹ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ $H_E = 0.26$ G, ਚਿੱਤਰ 5.11 ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ–

$$\cos 60^0 = \frac{H_E}{B_E}$$

$$B_E = \frac{H_E}{\cos 60^0}$$

$$= \frac{0.26}{(1/2)} \quad 0.52\,\mathrm{G}$$

ਉਦਾਹਰਨ 5.9

ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ (EARTH S MAGNETIC FIELD)

ਇਹ ਨਹੀਂ ਮਣਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ਾਲ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਰਖਿਆ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਈ ਉਤਰਦਾਈ ਹੈ। ਭਾਵੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਲੋਹੇ ਦੇ ਭਰਪੂਰ ਭੰਡਾਰ ਹਨ ਪਰੰਤੂ ਇਸਦੀ ਸੰਭਾਵਨਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਹੈ ਕਿ ਲੋਹੇ ਦਾ ਕੋਈ ਵਿਸ਼ਾਲ ਠੋਸ ਖੰਡ ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਤਕ ਫੈਲਿਆ ਹੋਵੇ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਕੋਰ ਬਹੁਤ ਗਰਮ ਅਤੇ ਪਿਘਲੀ ਹੋਈ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ ਅਤੇ ਲੋਹੇ ਅਤੇ ਨਿਕਲ ਦੇ ਆਇਣ (ion) ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਈ ਉੱਤਰਦਾਈ ਹੈ। ਇਹ ਪਰਿਕਲਪਨਾ ਸੰਭਾਵਿਤ ਲਗਦੀ ਹੈ। ਚੰਨ ਜਿਥੇ ਕੋਈ ਪਿਘਲਿਆ ਕੋਰ ਨਹੀਂ ਹੈ, ਇਸਦਾ ਕੋਈ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਸ਼ੁਕਰ ਗ੍ਰਹਿ ਜਿਸਦੀ, ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਇਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ, ਜਦਕਿ ਬ੍ਰਹਿਸਪਤੀ, ਜਿਸਦੀ ਘੁੰਮਣ ਗਤੀ ਗ੍ਰਿਹਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ, ਇਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਬਹੁਤ ਪ੍ਰਭਾਵਸ਼ਾਲੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਪਰਿਵਾਹੀ ਧਾਰਵਾਂ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਦੇ ਸਹੀ ਕਾਰਨ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਊਰਜਾ ਆਦਿ ਨੂੰ ਬੜੀ ਚੰਗੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਨਹੀਂ ਜਾ ਸਕਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਹਨ ਜੋ ਨਿਰੰਤਰ ਸ਼ੋਧ ਦੇ ਲਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹਨ।

ਸਥਾਨ ਪਰਿਵਰਨ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵੀ ਅਧਿਐਨ ਦਾ ਰੋਚਕ ਵਿਸ਼ਾ ਹੈ। ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਉਤਸਰਜਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਚਾਰਜਿਤ ਕਣ ਇੱਕ ਪ੍ਰਵਾਹ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਵੱਲ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜਿਸਨੂੰ ਸੌਰ ਪਵਨ (Solar wind) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਕਣਾ ਦੀ ਗਤੀ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨਾਲ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਆਪ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿਵਸਥਾ ਵਿਚ ਬਦਲਾਵ ਲਿਆ ਦਿੰਦੇ ਹਨ। ਧਰੁਵਾਂ ਦੇ ਨਿਕਟ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਸੰਰਚਨਾ ਹੋਰ ਭਾਗਾਂ ਤੋਂ ਬਿਲਕੁੱਲ ਵੱਖ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵੀ ਕੋਈ ਘੱਟ ਮਨ ਲੁਭਾਵਨੇ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਅਲਪ ਸਮੇਂ ਦੇ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵੀ ਸ਼ਾਮਿਲ ਹਨ, ਜੋ ਸ਼ਤਾਬਦੀਆਂ ਤੋਂ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਦੀਰਘਕਲੀ ਪਰਿਵਰਤਨ ਵੀ ਜੋ ਲੱਖਾਂ ਸਾਲਾ ਵਿੱਚ ਨਜ਼ਰ ਆਉਂਦੇ ਹਨ। ਗਿਆਤ ਸ੍ਰੋਤਾਂ ਅਨੁਸਾਰ, 1580 ਈ. ਤੋਂ 1820 ਈ. ਦੇ ਵਿੱਚਕਾਰ ਦੇ 240 ਸਾਲਾਂ ਦੇ ਸਮੇਂ ਕਾਲ ਵਿੱਚ ਲੰਦਨ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਇਕਪਾਤ ਦੇ ਮਾਣ ਵਿੱਚ $3.5°$ ਦਾ ਅੰਤਰ ਰਿਕਾਰਡ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਜਿਸਤੋਂ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਮਿਲਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ 10 ਲੱਖ ਸਾਲਾਂ ਵਿਚ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਬਸਾਲਟ, (Basalt) ਵਿੱਚ ਲੋਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਜਵਾਲਾਮੁਖੀ ਵਿਸਫੋਟ ਵਿਚ ਬਾਹਰ ਨਿਕਲਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਇਹ ਠੰਡਾ ਹੋਕੇ ਠੋਸ ਵਿਚ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਦੇ ਛੋਟੇ-ਛੋਟੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਸਮਰੇਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਨਾਲ ਯੁਕਤ ਬਸਾਲਟ ਭੰਡਾਰਾਂ ਦੇ ਭੂ-ਵਿਗਿਆਨਿਕ ਅਧਿਅਨ ਨਾਲ ਇਸ ਗੱਲ ਦੇ ਸਬੂਤ ਮਿਲੇ ਹਨ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਅਤੀਤ ਵਿੱਚ ਕਈ ਵਾਰ ਉਲਟ ਚੁੱਕੀ ਹੈ।

5.5 ਚੁੰਬਕੀਕਰਨ ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਤੀਵਰਤਾ (MAGNETISATION AND MAGNETIC INTENSITY)

ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਤਤਾਂ ਅਤੇ ਯੋਗਿਕਾਂ ਦੀ ਵਿਸਮੈਕਾਰੀ ਭਿੰਨਤਾਵਾਂ ਨਾਲ ਭਰੀ ਹੈ ਇਸਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਅਸੀਂ ਨਵੇਂ-ਨਵੇਂ ਮਿਸ਼ਰਧਾਤ, ਯੋਗਿਕ, ਇੱਥੋਂ ਤਕ ਕੀ ਤੱਤ ਵੀ ਸੰਸਲੇਸ਼ਿਤ ਕਰੀ ਜਾ ਰਹੇ ਹਾਂ। ਤੁਸੀਂ ਇਨ੍ਹਾਂ ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥਾ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣਾ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਵਰਗੀਕ੍ਰਿਤ ਕਰਨਾ ਚਾਹੋਗੇ। ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਅਨੁਭਾਗ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਕੁਝ ਪਦਾਂ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਦਵਾਂਗੇ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਬਾਰੇ ਸਮਝਾਵਾਂਗੇ ਜੋ ਇਸ ਵਰਗੀਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਾਡੀ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਣਗੇ।

ਅਸੀਂ ਵੇਖ ਚੁਕੇ ਹਾਂ ਕਿ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਘੁਸਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਦਾ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਕਿਸੇ ਵੱਡੇ ਟੁਕੜੇ ਵਿਚ ਇਹ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਸਦਿਸ਼ ਰੂਪ ਨਾਲ ਸਮਾਕਲਿਤ ਹੋਕੇ ਨਾਨ ਜੀਰੋ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਚੁੰਬਕਨ (Magnetisation) M ਅਸੀਂ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਉਤਪੰਨ ਹੋਏ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ,

$$\mathbf{M} = \frac{\mathbf{m}_{\text{ਨੇਟ}}}{V} \tag{5.11}$$

M ਇੱਕ ਸਦਿਸ਼ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਵਿਮੀ ਸੂਤਰ $L^{-1}A$ ਅਤੇ ਮਾਤ੍ਰਕ $A\,m^{-1}$ ਹੈ।

ਇਕ ਲੰਬੀ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਲਓ ਜਿਸਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਲੰਬਾਈ ਵਿਚ n ਫੇਰੇ ਹੋਣ, ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿਚ I ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ। ਇਸ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਹੈ,

$$\mathbf{B}_0 = \mu_0\, nI \qquad (5.12)$$

ਜੇ ਸਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਨਾਨ-ਜੀਰੋ ਚੁੰਬਕਨ ਦਾ ਕੋਈ ਪਦਾਰਥ ਭਰਿਆ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇੱਥੇ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_0$ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ। ਸਾਨੇਲਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਪਰਿਮਾਣੀ ਖੇਤਰ **B** ਨੂੰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

$$\mathbf{B} = \mathbf{B}_0 + \mathbf{B}_m \qquad (5.13)$$

ਜਿੱਥੇ $\mathbf{B}_m$ ਕੋਰ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਦੁਆਰਾ ਉਤਪੰਨ ਖੇਤਰ ਹੈ। ਇਹ ਪਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਅਤਿਰਿਕਤ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_m$ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਚੁੰਬਕਨ **M** ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{B}_m = \mu_0 \mathbf{M} \qquad (5.14)$$

ਜਿੱਥੇ μ_0 ਉਹੀ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਹੈ (ਨਿਰਵਾਯੂ ਦੀ ਪਰਮਿਟਿਵਿਟੀ) ਜੋ ਬਾਓ-ਸੈਵਾਰ (Biot-Savart) ਦੇ ਨਿਯਮ ਵਿੱਚ ਉਪਯੋਗ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ।

ਸੁਵਿਧਾ ਲਈ ਅਸੀਂ ਇਕ ਹੋਰ ਸਦਿਸ਼ ਖੇਤਰ **H** ਦੀ ਗੱਲ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜਿਸਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਤੀਵਰਤਾ *(magnetic intensity)* ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਹੇਠਾਂ ਲਿਖੇ ਸਮੀਕਰਨ ਦੁਆਰਾ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}}{\mu_0} - \mathbf{M} \qquad (5.15)$$

ਜਿੱਥੇ **H** ਦੀ ਵਿਮਾਵਾਂ (dimensions) ਉਹੀ ਹਨ ਜੋ **M** ਦੀ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਮਾਤ੍ਰਕ ਵੀ $A\,m^{-1}$ ਹੀ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਕੁਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ **B** ਨੂੰ ਲਿਖ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{B} = \mu_0 (\mathbf{H} + \mathbf{M}) \qquad (5.16)$$

ਉਪਰੋਕਤ ਵਿਵਰਨ ਵਿੱਚ ਆਏ ਪਦਾਂ ਨੂੰ ਵਿਉਤਪੰਨ ਕਰਨ ਵਿਚ ਅਸੀਂ ਜਿਸ ਪੱਧਤੀ ਦਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਹੈ ਉਸਨੂੰ ਦੋਹਰਾਂਦੇ ਹਾਂ। ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਕੁਲ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਦੋ ਵੱਖ ਵੱਖ ਯੋਗਦਾਨਾਂ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਤੁਤ ਕੀਤਾ-ਪਹਿਲਾ ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕ, ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਵਿਚ ਵਗਣ ਵਾਲੇ ਕਰੰਟ ਦਾ ਯੋਗਦਾਨ ਇਹ **H** ਦੁਆਰਾ ਵਿਅਕਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ; ਅਤੇ ਦੂਸਰਾ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਭਾਵ **M**। ਬਾਅਦ ਵਾਲੀ ਰਾਸ਼ੀ (**M**) ਬਾਹਰੀ ਕਾਰਕਾਂ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਭਾਵਿਤ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਪ੍ਰਭਾਵ ਅਸੀਂ ਗਿਣਤਕ ਰੂਪ ਨਾਲ ਅਸੀਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਅਕਤ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{M} = \chi\, \mathbf{H} \qquad (5.17)$$

ਜਿੱਥੇ χ ਇੱਕ ਵਿਮਾਹੀਨ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ *(magnetic susceptibility)* ਆਖਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਕਿਸੇ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦਾ ਮਾਪ ਹੈ। ਸਾਰਣੀ 5.2 ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਤੱਤਾਂ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਨੂੰ ਸੂਚੀਬੱਧ ਕੀਤਾ ਹੋਇਆ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ χ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਪਰਿਮਾਣ ਵਾਲੀ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਕੁਝ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ ਇਸਦਾ ਮਾਣ ਛੋਟਾ ਅਤੇ ਧਣਾਤਮਕ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ *(paramagnetic)* ਪਦਾਰਥ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਕੁਝ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ ਇਸਦਾ ਮਾਣ ਛੋਟਾ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ *(diamagnetic substances)* ਆਖਦੇ ਹਾਂ। ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿਚ **M** ਅਤੇ **H** ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਸਮੀਕਰਨ (5.16) ਅਤੇ (5.17) ਤੋਂ ਅਸੀਂ ਪਾਉਂਦੇ ਹਾਂ

$$\mathbf{B} = \mu_0 (1 + \chi)\mathbf{H} \qquad (5.18)$$

$$= \mu_0 \mu_r \mathbf{H}$$

$$= \mu \mathbf{H} \qquad (5.19)$$

ਜਿੱਥੇ $\mu_r = 1 + \chi$ ਇੱਕ ਵਿਮਾਹੀਨ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਅਸੀਂ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਯਾ ਸਾਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਾਰਗਮਤਾ *(relative magnetic permeability)* ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ। ਇਹ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲੀ ਦੇ ਡਾਈਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਸਥਿਰਾਂਕ (dielectric constant) ਦੇ ਸਮਤਲ ਰਾਸ਼ੀ ਹੈ। ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ *(permeability)* μ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਵਿਮਾਵਾਂ ਅਤੇ ਇਕਾਈ ਉਹੀ ਹਨ ਜੋ μ_0 ਦੇ ਹਨ।

$$\mu = \mu_0 \mu_r = \mu_0 (1+\chi).$$

χ, μ_r ਅਤੇ μ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਰਾਸ਼ਿਆਂ ਸੰਬੰਧਿਤ ਹਨ। ਜੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚੋਂ ਕਿਸੇ ਇੱਕ ਦਾ ਮੁੱਲ ਪਤਾ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਬਾਕੀ ਦੋਨਾ ਦਾ ਮੁਲ ਪਤਾ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 5.2 3000 K ਤੇ ਕੁਝ ਤਤਾਂ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ

ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ	χ	ਅਨਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ	χ
ਬਿਸਮਥ	1.66×10^{-5}	ਐਲੂਮੀਨਿਅਮ	2.3×10^{-5}
ਤਾਂਬਾ	9.8×10^{-6}	ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ	1.9×10^{-5}
ਹੀਰਾ	2.2×10^{-5}	ਕ੍ਰੋਮਿਅਮ	2.7×10^{-4}
ਸੋਨਾ	3.6×10^{-5}	ਲੀਥੀਅਮ	2.1×10^{-5}
ਸੀਸਾ	1.7×10^{-5}	ਮੈਗਨੀਸ਼ੀਅਮ	1.2×10^{-5}
ਪਾਰਾ	2.9×10^{-5}	ਨਿਓਬਿਅਮ	2.6×10^{-5}
ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ (STP)	5.0×10^{-9}	ਆਕਸੀਜਨ (STP)	2.1×10^{-6}
ਚਾਂਦੀ	2.6×10^{-5}	ਪਲੈਟਿਨਮ	2.9×10^{-4}
ਸਿਲਿਕਾਨ	4.2×10^{-6}	ਟੰਗਸਟਨ	6.8×10^{-5}

ਉਦਾਹਰਣ 5.10 ਇੱਕ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਕੋਰ ਵਿਚ ਭਰੇ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਆਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸੀਲਤਾ μ_r, 400 ਹੈ। ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਰੋਧਕ ਫੇਰਿਆ ਵਿਚ 2A ਕਰੰਟ ਵਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਜੇ ਇਸਦੀ ਪ੍ਰਤੀ ਮੀਟਰ ਲੰਬਾਈ ਵਿਚ ਫੇਰਿਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆ 1000 ਹੈ ਤਾਂ (a) H, (b) M, (c) B ਅਤੇ (d) ਚੁੰਬਕ ਕਾਰੀ ਕਰੰਟ I_m ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋ

ਹੱਲ—

(a) ਖੇਤਰ H ਕੋਰ ਦੇ ਪਦਾਰਥ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਹੈ

$$H = nI = 1000 \times 2.0 = 2 \times 10^3 \text{ Am}^{-1}$$

(b) ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਦੇ ਲਈ ਸੂਤਰ ਹੈ

$$B = \mu_r \mu_0 \text{H}$$
$$= 400 \times 4\pi \times 10^{7} \text{ (N/A}^2) \times 2 \times 10^{3} \text{ (A/m)}$$
$$= 1.0 \text{ T}$$

(c) ਚੁੰਬਕਨ

$$M = (B - \mu_0 H)/ \mu_0$$
$$= (\mu_r \mu_0 H \ \mu_0 H)/\mu_0 = (\mu_r - 1) \ H = 399 \times H$$
$$= 8 \times 10^5 \text{ A/m}$$

ਉਦਾਹਰਣ 5.10

(d) ਚੁੰਬਕਨ ਕਰੰਟ I_M ਉਹ ਅਤਿਰਿਕਤ ਧਾਰਾ ਹੈ ਜੋ ਕੋਰ ਦੀ ਅਣ-ਉਪਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਦੇ ਫੇਰਿਆਂ ਵਿਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਿਤੇ ਜਾਣ ਤੇ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਉਨਾਂ ਹੀ ਖੇਤਰ B ਉਤਪੰਨ ਕਰੇਗੀ ਜਿੰਨਾ ਕੋਰ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਹੁੰਦਾ ਇਸ ਲਈ : $B = \mu_r n_0 (I + I_M)$ ਲੈਣ ਤੇ $I = 2$A, $B = 1$ T, ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ $I_M = 794$ A.

5.6 ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣ (MAGNETIC PROPERTIES OF MATTER)

ਪਿਛਲੇ ਅਨੁਭਾਗ ਵਿੱਚ ਵਰਣਿਤ ਵਿਚਾਰ ਸਾਨੂੰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ, ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਸ਼੍ਰੇਣਿਆਂ ਵਿੱਚ ਵਰਗੀਕ੍ਰਿਤ ਕਰਨ ਵਿੱਚ ਸਹਾਇਤਾ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੇ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ χ ਦੀ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀ ਤੋਂ ਵੇਖਿਏ ਤਾ ਕੋਈ ਪਦਾਰਥ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ ਹੈ ਜੇ ਇਸਦੇ ਲਈ χ ਰਿਣਾਤਮਕ ਹੈ, ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇ χ ਧਣਾਤਮਕ ਅਤੇ ਅਲਪ ਮੁੱਲ ਵਾਲਾ ਹੈ ਅਤੇ ਲੋਹਚੁੰਬਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜੇ χ ਧਣਾਤਮਕ ਅਤੇ ਅਧਿਕ ਮੂਲ ਵਾਲਾ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 5.3 ਤੇ ਇਕ ਨਜ਼ਰ ਸਾਨੂੰ ਇਨ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਬਾਰੇ ਇਕ ਵਧਿਆ ਅਨੁਭਵ ਪ੍ਰਦਾਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਜਿੱਥੇ ϵ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਧੰਨ ਸੰਖਿਆ ਹੈ ਜੋ ਅਨੁਚੁੰਬਕਤਵ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਦੇ ਲਈ ਗਈ ਹੈ। ਹੁਣ ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਬਾਰੇ ਕੁਝ ਵਿਸਥਾਰ ਨਾਲ ਚਰਚਾ ਕਰਾਂਗੇ।

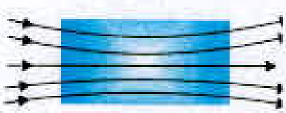
ਸਾਰਣੀ 5.3

ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ	ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ	ਲੋਹਚੁੰਬਕੀ
$-1 \le \chi < 0$	$0 < \chi < \varepsilon$	$\chi >> 1$
$0 \le \mu_r < 1$	$1 < \mu_r < 1 + \varepsilon$	$\mu_r >> 1$
$\mu < \mu_0$	$\mu > \mu_0$	$\mu >> \mu_0$

5.6.1 ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕਤਵ (Diamagnetism)

ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਉਹ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਵਿਚ ਬਾਹਰੀ ਚੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਅਧਿਕ ਤੀਵਰਤਾ ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਤੋਂ ਘੱਟ ਤੀਵਰਤਾ ਵਾਲੇ ਭਾਗ ਵੱਲ ਜਾਣ ਦੀ ਪਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਕਹਿਏ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕ ਲੋਹੇ ਵਰਗੀ ਧਾਤਾਂ ਨੂੰ ਤਾਂ ਆਪਣੇ ਵੱਲ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰੇਗਾ।

(a)



(b)

ਚਿੱਤਰ 5.12
(a) ਇੱਕ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ (b) ਇਕ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਨਿਕਟ ਕਿਸੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਾਰਣ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ।

ਚਿੱਤਰ 5.12(a) ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰਖੀ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਇੱਕ ਛੜ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਏ ਅਪ-ਕਰਸ਼ਿਤ, ਹੁੰਦੀ ਹਨ ਯਾ ਦੂਰ ਹਟਦੀ ਹਨ ਇਸਲਈ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰ ਖੇਤਰ ਘੱਟ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਸਾਰਣੀ (5.2) ਤੋਂ ਇਹ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਮਾਮਲਿਆਂ ਵਿੱਚ ਖੇਤਰ ਦੀ ਤੀਬਰਤਾ ਵਿੱਚ ਇਹ ਕਮੀ ਅਤੀ ਅਲਪ ਹੁੰਦੀ ਹੈ (10^5 ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇਕ ਭਾਗ) ਛੜ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਅਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰਖਣ ਤੇ ਇਸਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਵੱਧ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਘੱਟ ਖੇਤਰ ਵੱਲ ਜਾਣ ਦੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ।

ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਵ ਦੀ ਸਰਲਤਮ ਵਿਆਖਿਆ ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹੈ- ਨਾਭਿਕ ਦੇ ਚਾਰੋ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਕਾਰਣ ਔਰਬਿਟਲ ਕੋਣੀ ਸੰਵੇਗ (orbital angular momentum) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਚੱਕਰ ਲਾਉਂਦੇ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਇਕ ਬਿਜਲਈ ਲੂਪ ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਣ ਇੰਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਆਰਬਿਟਲ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ (orbital magnetic moment) ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਉਹ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂ ਵਿੱਚ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਕੋਈ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨਾਂ ਦੇ ਆਰਬਿਟਲ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੰਦੇ ਹਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਧੀਮੀ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ

ਵੱਲ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਗਤੀ ਵੱਧ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਲੈਂਜ ਨਿਯਮ (Lenz Law) ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਕਰੰਟ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜਿਸਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 6 ਵਿਚ ਅਧਿਅਨ ਕਰੋਗੇ। ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਲਗਾਏ ਗਏ ਖੇਤਰ ਦੇ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵਿਕਸਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਨ ਇਹ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

ਕੁਝ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਹਨ :- ਬਿਸਮਥ, ਤਾਂਬਾ, ਸੀਸਾ, ਸਿਲੀਕਾਨ, ਨਾਈਟ੍ਰੋਜਨ (STP ਤੇ), ਪਾਣੀ ਅਤੇ ਸੋਡੀਅਮ ਕਲੋਰਾਈਡ। ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕਤਵ ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ, ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਪਦਾਰਥਾ ਲਈ ਇਹ ਇਨ੍ਹਾਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਅਨੁਚੁੰਬਕਤਵ ਅਤੇ ਲੋਹਚੁੰਬਕਤਵ ਵਰਗੇ ਪ੍ਰਭਾਵ ਇਸ ਤੇ ਹਾਵੀ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ।

ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਵੱਖ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਹਨ- ਅਤੀ ਚਾਲਕ ਯਾ ਸੁਪਰ ਕੰਡਕਟਰ *(superconductors)*। ਇਹ ਇਹੋ ਜਿਹੀਆਂ ਧਾਤਾਂ ਹਨ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਜੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਤਾਪ ਤਕ ਠੰਡਾ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਪੂਰਨ ਚਾਲਕਤਾ ਅਤੇ ਪੂਰਨ ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕਤਤਾ ਦੋਨੋ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇੰਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਬਾਹਰ ਰਹਿੰਦੀ ਹਨ, $\chi = 1$ ਅਤੇ $\mu_r = 0$। ਇੱਕ ਅਤੀਚਾਲਕ, ਇੱਕ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰੇਗਾ ਅਤੇ (ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਤੀਜੇ ਨਿਯਮਾਨੁਸਾਰ) ਆਪ ਇਸਤੋਂ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋਵੇਗਾ। ਅਤੀਚਾਲਕਾਂ ਵਿਚ ਪੂਰਨ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਵ ਦੀ ਇਹ ਪਰਿਘਟਨਾ ਇਸਦੇ ਅਵਿਸ਼ਕਾਰਕ ਦੇ ਨਾਂ ਤੇ ਮਾਈਸਨਰ ਪ੍ਰਭਾਵ *(Meissner effect)* ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਅਨੇਕ ਵੱਖ ਪਰਿਸਥਿਤੀਆਂ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ ਕਿ, ਚੁੰਬਕੀਕ੍ਰਿਤ ਅਪਰਗਾਮੀ (magnetically levitated) ਬਹੁਤ ਤੇਜ ਰੇਲਗੱਡੀਆਂ ਨੂੰ ਚਲਾਉਣ ਲਈ ਅਤੀਚਾਲਕ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦਾ ਲਾਭ ਉਠਾਇਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ।

5.6.2 ਅਨੁਚੁੰਬਕਤਾ (Paramagnetism)

ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਇਹੋ ਜਿਵੇਂ ਪਦਾਰਥ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੋ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਜਾਣ ਤੇ ਥੋੜਾ ਚੁੰਬਕਤਵ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਥੋੜ੍ਹਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਵੱਧ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੱਲ ਜਾਣ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਭਾਵ ਇਹ ਚੁੰਬਕ ਵੱਲ ਥੋੜੇ ਬੱਲ ਦੁਆਰਾ ਅਕਰਸ਼ਿਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ।

ਕਿਸੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਪਰਮਾਣੂਆਂ (ਯਾ ਆਇਨਾ ਯਾ ਅਣੂਆਂ) ਦਾ ਆਪਣਾ ਆਪ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਅਖੰਡ ਰੇਂਡਮ ਤਾਪੀ ਗਤੀ ਕਾਰਨ ਕੋਈ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀਕਰਨ ਨਜ਼ਰ ਨਹੀਂ ਆਉਂਦਾ। ਪੂਰੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_0$ ਦੀ ਉਪਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਹੇਠਲੇ ਤਾਪਾਂ ਤੇ ਵੱਖ ਵੱਖ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੇ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਸਰਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਅਤੇ $\mathbf{B}_0$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਖਿੱਚੇ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਚਿੱਤਰ 5.12(b) ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਹੋਈ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਛੜ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰ ਸੰਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹਨ ਅਤੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਮਾਮਲਿਆਂ ਵਿੱਚ ਜਿਵੇਂ ਸਾਰਣੀ 5.2 ਤੋਂ ਸਾਫ਼ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਬੜੋਤਰੀ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ, 10^5 ਭਾਗਾ ਵਿੱਚੋਂ ਇਕ ਭਾਗ। ਅਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰਖਣ ਤੇ ਇਹ ਛੜ ਨਿਮਨ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਉੱਚ ਖੇਤਰ ਵਲ ਜਾਣ ਦੀ ਚੇਸ਼ਟਾ ਕਰੇਗੀ।

ਕੁਝ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਹਨ- ਐਲੂਮੀਨਿਅਮ, ਸੋਡੀਅਮ, ਕੈਲਸ਼ੀਅਮ, ਆਕਸੀਜਨ (STP ਤੇ) ਅਤੇ ਕਾਪਰ ਕਲੋਰਾਈਡ। ਪ੍ਰਯੋਗਾਤਮਕ ਰੂਪ ਤੋਂ ਕਿਸੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਚੁੰਬਕਨ ਲਗਾਏ ਗਏ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਿੱਧਾ ਅਨੁਪਾਤੀ ਅਤੇ ਪਰਮ ਤਾਪ T ਦੇ ਉਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

$$M = C\frac{B_0}{T} \qquad [5.20(a)]$$

ਜਾ ਦੂਸਰੇ ਸਮਤੁਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ, ਸਮੀਕਰਨ (5.12) ਅਤੇ (5.17) ਦੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤੋਂ

$$\chi = C\frac{\mu_0}{T} \qquad [5.20(b)]$$

ਇਹ ਇਸਦੇ ਸ਼ੋਧਕਰਤਾ ਪਿਅਰੇ ਕਿਊਰੀ (Pieree Curie, 1859-1906) ਦੇ ਸਮਾਨ ਵਿੱਚ ਕਿਊਰੀ ਦਾ ਨਿਯਮ ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸਥਿਰ ਅੰਕ C ਨੂੰ ਕਿਊਰੀ ਸਥਿਰ ਅੰਕ ਕਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਲਈ ਕਿਸੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਲਈ χ ਅਤੇ μ_r ਦੋਨਾਂ ਦਾ ਮਾਣ ਨਾ ਸਿਰਫ ਪਦਾਰਥ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ

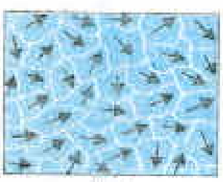
PHYSICS

Magnetic materials, domain, etc.:
http://www.ndt-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/MagParticle/Physics/MagneticMatls.htm

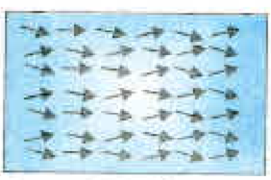
ਹੈ, ਪਰ (ਇਕ ਸਰਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ) ਇਸਦੇ ਤਾਪ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਉੱਚੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਯਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਤਾਪ ਤੇ, ਚੁੰਬਕਨ ਆਪਣਾ ਅਧਿਕਤਮ ਮਾਣ ਗ੍ਰਹਿਣ ਕਰਨ ਲੱਗ ਪੈਂਦਾ ਹੈ, ਜਦੋਂਕਿ ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਰੇਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਚੁੰਬਕਨ ਮਾਨ M_s ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਪਰੇ, ਕਿਊਰੀ ਦਾ ਨਿਯਮ (ਸਮੀਕਰਨ 5.20) ਸਹੀ ਨਹੀਂ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ।

5.6.3 ਲੋਹ ਚੁੰਬਕਤਵ (Ferromagnetism)

ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥ ਹਨ ਜੋ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਜਾਣ ਤੇ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਚੁੰਬਕ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਮਜ਼ੋਰ ਭਾਗ ਤੋਂ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਭਾਗ ਵੱਲ ਚਲਣ ਦੀ ਤੇਜ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਭਾਵ ਉਹ ਚੁੰਬਕ ਵੱਲ ਤੇਜ਼ ਆਕਰਸ਼ਣ ਦਾ ਅਨੁਭਵ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਕਿਸੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਏਕਲ ਪਰਮਾਣੂਆਂ (ਯਾ ਆਈਨਾ ਯਾ ਅਣੂਆਂ) ਦਾ ਵੀ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਾਂਗ ਹੀ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹ ਇਕ ਦੂਸਰੇ ਨਾਲ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਕਿਰਿਆ ਕਰਦੇ ਹਨ ਕਿ ਇਕ ਸਥੂਲ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ (ਜਿਸਨੂੰ ਡੋਮੇਨ (Domain) ਆਖਦੇ ਹਨ, ਸਾਰੇ ਇੱਕ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ ਸੰਰੇਖਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਸ ਸਹਕਾਰੀ ਪ੍ਰਭਾਵ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਲਈ ਕੁਆਂਟਮ ਮੇਕੈਨਿਕਸ (Quantum Mechanics) ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਬਾਹਰ ਹੈ। ਹਰੇਕ ਡੋਮੇਨ ਦਾ ਆਪਣਾ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕਣ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਡੋਮੇਨ ਦਾ ਆਕਾਰ 1mm ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਕ ਡੋਮੇਨ ਵਿੱਚ ਲਗਭਗ 10^{11} ਪਰਮਾਣੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਪਹਿਲੀ ਨਜ਼ਰ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕਣ ਇੱਕ ਡੋਮੇਨ ਤੋਂ ਦੂਜੀ ਡੋਮੇਨ ਤੱਕ ਜਾਣ ਤੇ ਬੇਤਰਤੀਬੀ ਢੰਗ ਨਾਲ ਬਦਲਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਲ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਚੁੰਬਕਣ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। ਇਹ ਚਿੱਤਰ 5.13(a) ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_0$ ਲਗਾਉਂਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਡੋਮੇਨ $\mathbf{B}_0$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਖੜੇ ਹੋਣ ਲਗ ਪੈਂਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਨਾਲ ਹੀ ਉਹ ਡੋਮੇਨ ਜੋ $\mathbf{B}_0$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹਨ, ਸਾਈਜ਼ ਵਿੱਚ ਵਧਣ ਲੱਗ ਪੈਂਦੇ ਹਨ। ਡੋਮੇਨਾ ਦੀ ਹੋਂਦ ਅਤੇ $\mathbf{B}_0$ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਉਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਗਤੀ ਕੇਵਲ ਅਨੁਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਪਾਊਡਰ ਨੂੰ ਕਿਸੇ ਦ੍ਰਵ ਵਿੱਚ ਛਿੜਕ ਤੇ ਉਸਦੇ ਨਿਲੰਬਨ ਨੂੰ ਸੂਖਮਦਰਸੀ ਦੁਆਰਾ ਉਸਦੀ ਬੇਤਰਤੀਬੀ ਗਤੀ ਨੂੰ ਵੇਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 5.12(b) ਉਹ ਸਥਿਤੀ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਸਾਰੇ ਡੋਮੇਨ ਲੜੀਬੱਧ ਹੋ ਗਏ ਨੇ ਅਤੇ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੇ ਰਲ-ਮਿਲਕੇ ਇਕ ਇਕੱਲਾ ਵਿਸ਼ਾਲ ਡੋਮੇਨ ਬਣਾ ਲਿਆ ਹੈ।



(a)



$\mathbf{B}_0$

(b)

ਚਿੱਤਰ 5.13
(a) ਰੈਂਡਮ ਡੋਮੇਨ
(b) ਸੰਰੇਖਿਤ ਡੋਮੇਨ

ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਕ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਸੰਕੇਂਦ੍ਰਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀ ਹਨ। ਇੱਕ ਅਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਇਸ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਨਮੂਨਾ ਵੱਧ ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਾਲੇ ਹਿੱਸੇ ਵਲ ਚਲਣ ਲਈ ਪ੍ਰੇਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਹ ਸੋਚ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਹਟਾ ਲੈਣ ਤੇ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ। ਕੁਝ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕਨ ਬਣਿਆ ਰਹਿ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਕਠੋਰ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਯਾ ਕਠੋਰ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ *(hard ferromagnets)* ਯਾ (*hard magnetic materials)* ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਐਲਨਿਕੋ ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ, ਨਿਕਲ, ਕੋਬਾਲਟ ਅਤੇ ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਇੱਕ ਮਿਸ਼ਰ ਧਾਤ) ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੀ ਇਕ ਪਦਾਰਥ ਹੈ ਅਤੇ ਕੁਦਰਤੀ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਉਪਲਬਧ ਲੋਡਸਟੋਨ ਦੂਸਰਾ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਤੋਂ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਬਣਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਉਪਯੋਗ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਬਣਾਉਣ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਹੋਰ ਕਾਰਜਾਂ ਵਿੱਚ ਵੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਦੂਸਰੇ ਪਾਸੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਇਹੋ ਜਿਹੀ ਇਕ ਜਮਾਤ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਚੁੰਬਕਣ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਹਟਾਉਣ ਤੇ ਹੀ ਖ਼ਤਮ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਨਰਮ ਲੋਹਾ (soft iron) ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੀ ਇੱਕ ਪਦਾਰਥ ਹੈ। ਸਹੀ ਰੂਪ ਨਾਲ ਹੀ, ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਨਰਮ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ (Soft ferromagnetic materials) ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਤੱਤ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਹਨ : ਜਿਵੇਂ ਲੋਹਾ, ਕੋਬਾਲਟ, ਨਿਕਲ, ਗੈਡੋਲੀਨੀਅਮ, ਆਦਿ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸਾਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸੀਲਤਾ 1000 ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ।

ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣ ਤਾਪ ਤੇ ਵੀ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਕਾਫੀ ਉੱਚ ਤਾਪ ਤੇ ਇੱਕ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ, ਅਨੁਚੁੰਬਕ ਬਣ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਤਾਪ ਵਧਾਉਣ ਤੇ ਡੋਮੇਨ ਸੰਰਚਨਾਵਾਂ ਵਿਘਟਿਤ ਹੋਣ ਲਗ ਪੈਂਦੀ ਹਨ। ਤਾਪ ਵਧਣ ਤੇ ਚੁੰਬਕਨ ਦਾ ਵਿਲੋਪਨ ਹੋਲੀ-ਹੋਲੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਇਕ ਪ੍ਰਕਾਰ ਦਾ ਪ੍ਰਾਵਸਥਾ (phase) ਪਰਿਵਰਨ ਹੈ ਉਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜਿਵੇਂ ਕਿਸੇ ਠੋਸ ਰਵੇ (crystal) ਦਾ ਪਿਘਲਣਾ। ਉਹ ਤਾਪ ਮਾਨ ਜਿਸ ਤੇ ਕੋਈ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ, ਅਨੁਚੁੰਬਕ ਵਿਚ ਬਦਲ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿਊਰੀ ਤਾਪਮਾਨ *(T_c)* ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ।

ਸਾਰਣੀ 5.4 ਕੁਝ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕਾ ਦੇ ਕਿਊਰੀ ਤਾਪਮਾਨ ਦਰਸਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਕਿਊਰੀ ਤਾਪਮਾਨ ਤੋਂ ਉੱਚੇ ਤਾਪਮਾਨ ਤੇ ਭਾਵ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਾਵਸਥਾ ਵਿੱਚ, ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ,

$$\chi = \frac{C}{T - T_c} \quad (T > T_c) \tag{5.21}$$

ਸਾਰਣੀ 5.4 ਕੁਝ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਕਿਊਰੀ ਤਾਪਮਾਨ (T_c)

ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਨਾਂ	T_c (K)
ਕੋਬਾਲਟ	1394
ਲੋਹਾ	1043
Fe_2O_3	893
ਨਿਕਲ	631
ਗੈਡੋਲੀਨੀਅਮ	317

PHYSICS

Hysteresis in magnetic materials:
http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solids/hyst.html

ਉਦਾਹਰਨ 5.11 ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਲੋਹੇ ਵਿੱਚ ਕੋਈ ਡੋਮੇਨ 10^{-6} m ਭੁਜਾ ਵਾਲੇ ਘਣ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿਚ ਹੈ। ਡੋਮੇਨ ਵਿੱਚ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦੀ ਸੰਖਿਆ, ਅਧਿਕਤਮ ਸੰਭਾਵਿਤ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਚੁੰਬਕਨ ਦਾ ਮੁਲ ਪਤਾ ਕਰੋ। ਲੋਹੇ ਦਾ ਪਰਮਾਣੂ ਪੁੰਜ 55 g/mole ਅਤੇ ਇਸਦੀ ਘਣਤਾ 7.9 g/cm^3 ਹੈ। ਇਹ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਹਰੇਕ ਲੋਹ ਪਰਮਾਣੂ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ 9.27×10^{-24} A m^2 ਹੈ।

ਹੱਲ— ਘਣ ਡੋਮੇਨ ਦਾ ਆਇਤਨ ਹੋਵੇਗਾ

$V = (10^{-6}\ \text{m})^3 = 10^{-18}\ \text{m}^3 = 10^{-12}\ \text{cm}^3$

ਇਸਦਾ ਪੁੰਜ = ਆਇਤਨ × ਘਣਤਾ = $7.9\ \text{g cm}^{-3} \times 10^{-12}\ \text{cm}^3 = 7.9 \times 10^{-12}$ g

ਇਹ ਦਿੱਤਾ ਹੋਇਆ ਹੈ ਕਿ ਐਵਾਗੇਡਰੋ ਸੰਖਿਆ (6.023×10^{23}) ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਲੋਹ ਪਰਮਾਣੂਆਂ ਦਾ ਪੁੰਜ 55 g ਹੈ। ਇਸ ਲਈ ਪਰਮਾਣੂਆ ਦੀ ਸੰਖਿਆ

$$N = \frac{7.9\times10^{-12}\times6.023\times10^{23}}{55}$$

$= 8.65 \times 10^{10}$ ਪਰਮਾਣੂ

ਅਧਿਕਤਮ ਸੰਭਾਵਿਤ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੈਂਟ m_{max} ਤਦੋਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ (ਭਾਵੇ ਇਹ ਇਕ ਕਾਲਪਨਿਕ ਸਥਿਤੀ ਹੈ) ਜਦੋਂ ਸਾਰੇ ਪਰਮਾਣਵੀ ਮੋਮੈਂਟ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲੜੀਬੱਧ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ, ਇਸ ਲਈ

$m_{max} = (8.65 \times 10^{10}) \times (9.27 \times 10^{-24})$

$= 8.0 \times 10^{-13}$ A m^2

ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕਣ ਦਾ ਮਾਨ

$M_{max} = m_{max}/$ *ਡੋਮੇਨ ਆਇਤਨ*

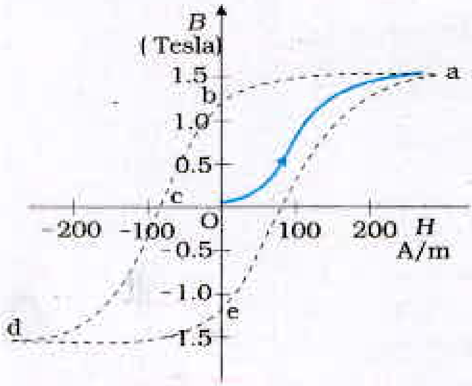
$= 8.0 \times 10^{-13}\text{Am}^2/10^{-18}\text{m}^3$

$= 8.0 \times 10^5\ \text{Am}^{-1}$

EXAMPLE 5.11

ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ **B** ਅਤੇ **H** ਦਾ ਸੰਬੰਧ ਬਹੁਤ ਜਟਿਲ ਹੈ। ਸਾਧਾਰਨ ਤੌਰ ਤੇ ਇਹ ਸੰਬੰਧ ਰੇਖੀ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਅਤੇ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਅਤੀਤ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 5.14 ਚੁੰਬਕਣ ਦੇ ਇੱਕ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਵਿਵਹਾਰ ਚਿਤਰਿਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਪਦਾਰਥ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਬਿਲਕੁਲ ਅਚੁੰਬਕਿਤ ਹੈ। ਅਸੀਂ ਇਸਨੂੰ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਵਿੱਚ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਸੋਲੇਨਾਈਡ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ

ਦਾ ਮਾਨ ਵਧਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਪਦਾਰਥ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ B ਦਾ ਮਾਨ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਵਕਰ Oa ਵਿੱਚ ਵਿਖਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਵਹਾਰ ਦਰਸ਼ਾਉਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਡੋਮੇਨ ਤਦੋਂ ਤਕ ਲੜੀਬੱਧ ਅਤੇ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਵਿੱਚ ਸਮਾਂਦੇ ਰਹਿੰਦੇ ਹਨ। ਜਦੋਂ ਤਕ ਕਿ ਅੱਗੇ ਵੜੋਤਰੀ ਅਸੰਭਵ ਨਾ ਹੋ ਜਾਏ। ਇਸਤੋਂ ਅੱਗੇ ਕਰੰਟ (ਅਤੇ ਇਸ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਤੀਵਰਤਾ H) ਨੂੰ ਵਧਾਉਣ ਦਾ ਕੋਈ ਉਪਯੋਗ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਫਿਰ, ਅਸੀਂ H ਨੂੰ ਘਟਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਸਿਫਰ ਤੇ ਲੈ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। $H = 0$ ਤੇ $B \neq 0$ ਹੈ। ਇਹ ਵਕਰ ab ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਿਤ ਹੈ। $H = 0$ ਤੇ B ਦਾ ਮੁੱਲ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਾਰਣਸ਼ੀਲਤਾ ਯਾ ਚੁੰਬਕਤਵ ਅਵਸ਼ੇਸ਼ *(retentivity or remanance)* ਕਹਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਚਿੱਤਰ 5.14 ਵਿੱਚ $B_R \sim 1.2$ T ਹੈਂ, ਜਿੱਥੇ ਸਬ ਸਕ੍ਰਿਪਟ R ਧਾਰਨਸ਼ੀਲਤਾ ਨੂੰ ਇਸ਼ਾਰਾ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕਨਕਾਰੀ ਖੇਤਰ ਹਟਾ ਲੈਣ ਤੇ ਵੀ ਡੋਮੇਨ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਬੇਤਰਤੀਬ ਦਿਸ਼ਾ ਗ੍ਰਹਿਣ ਨਹੀਂ ਕਰਦੇ ਹਨ। ਹੁਣ, ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਉਲਟ ਦਿੰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਹੋਲੀ ਹੋਲੀ ਇਸਦਾ ਮੁਲ ਵਧਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਨਤੀਜੇ ਵਜੋਂ ਕੁਝ ਡੋਮੇਨ ਪਲਟਕੇ ਅਪਣੀ ਦਿਸ਼ਾ ਬਦਲ ਲੈਂਦੇ ਹਨ, ਜਦੋਂ ਤਕ ਕਿ ਅੰਦਰ ਪਰਿਣਾਮੀ ਖੇਤਰ ਸਿਫਰ ਨਾ ਹੋ ਜਾਵੇ। ਇਹ ਵਕਰ bc ਦੁਆਰਾ ਦਰਸ਼ਾਇਆ ਗਿਆ ਹੈ। C ਬਿੰਦੂ ਤੇ H ਦਾ ਮਾਨ, ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਕੋਸਰਵਿਟੀ (Coercivity) ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ ਚਿੱਤਰ 5.14 ਵਿੱਚ, $H_c \sim 90$ A m^{-1} । ਉਲਟ ਕਰੰਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਵਧਾਉਂਦੇ ਜਾਣ ਤੇ ਅਸੀਂ ਇਕ ਬਾਰ ਫਿਰ ਸੰਤ੍ਰਿਪਤਾ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰ ਲੈਂਦੇ ਹਾਂ ਵਕਰ cd ਇਹੀ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਸੰਤ੍ਰਿਪਤ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $B_s \sim 1.5$ T ਹੈ। ਇੱਕ ਬਾਰ ਫਿਰ, ਕਰੰਟ ਨੂੰ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। (ਵਕਰ de) ਅਤੇ ਫਿਰ ਉਲਟਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। (ਵਕਰ ea)। ਇਹ ਚੱਕਰ ਦੋਹਰਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇ ਤੇ ਅਸੀਂ ਨਿਮਨ ਲਿਖਿਤ ਨਤੀਜੇ ਲੈਂਦੇ ਹਨ। (1) ਜਦੋਂ H ਨੂੰ ਘੱਟ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਤਾ ਵਕਰ Oa ਦੁਬਾਰਾ ਅਨੁਰੇਖਿਤ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ। H ਦੇ ਦਿੱਤੇ ਗਏ ਮੁਲ ਲਈ, B ਦਾ ਕੋਈ ਇਕ ਖਾਸ (unique) ਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ, ਸਗੋਂ ਇਹ ਨਮੂਨੇ ਦੇ ਪੂਰਵ ਇਤਿਹਾਸ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਇਹ ਪਰਿਘਟਨਾ ਹਿਸਟੈਰੇਸਿਸ *(Hysteresis)* ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਸ਼ਬਦ ਹਿਸਟੈਰੇਸਿਸ ਦਾ ਅਰਥ ਪਿਛੜ ਜਾਨਾ ਹੈ (ਇਤਿਹਾਸ ਨਹੀਂ)।



ਚਿੱਤਰ 5.14 ਚੁੰਬਕੀ ਹਿਸਟੈਰੇਸਿਸ ਵਕਰ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ B-H ਵਕਰ ਹੈ।

5.7 ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕ

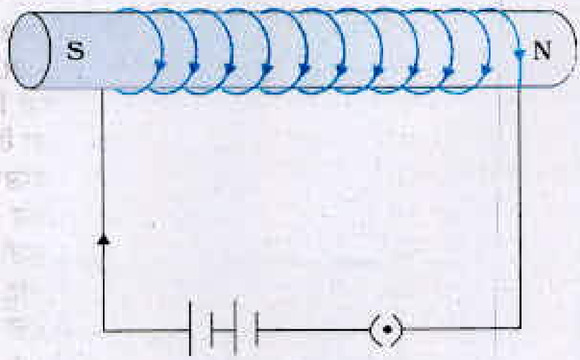
(PERMANENT MAGNETS AND ELECTROMAGNETS)

ਉਹ ਪਦਾਰਥ ਜੋ ਕਮਰੇ ਦੇ ਤਾਪ ਤੇ ਆਪਣੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਲਈ ਬਣਾਏ ਰੱਖ ਸਕਦੇ ਹੋਣ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ। ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਤਰੀਕਿਆਂ ਤੋਂ ਬਣਾਏ ਜਾ ਸਕਦੇ ਹਨ। ਲੋਹੇ ਦੀ ਇੱਕ ਛੜ ਨੂੰ ਉੱਤਰ-ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰੱਖਕੇ ਬਾਰ-ਬਾਰ ਇਸਤੇ ਹਥੌੜੇ ਮਾਰਨ ਨਾਲ ਇਹ ਚੁੰਬਕ ਬਣ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਇਹ ਵਿਧੀ ਚਿੱਤਰ 5.15 ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ। ਇਹ ਚਿੱਤਰ ਇੱਕ ਚਾਰ ਸੌ ਸਾਲ ਪੁਰਾਣੀ ਪੁਸਤਕ ਤੋਂ ਇਹ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਲਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣ ਦੀ ਕਲਾ ਕਾਫ਼ੀ ਪੁਰਾਣੀ ਹੈ। ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣ ਦੇ ਲਈ ਇੱਕ ਸਟੀਲ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਫੜ੍ਹ ਕੇ ਉਸਦੇ ਉੱਤੇ ਕਿਸੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਇੱਕ ਸਿਰਾ ਇੱਕ ਪਾਸੇ ਤੋਂ ਦੂਜੇ ਪਾਸੇ ਸਪਰਸ਼ ਕਰਾਉਂਦੇ ਹੋਏ ਵਾਰ-ਵਾਰ ਲਾਏ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣ ਦਾ ਇੱਕ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਤਰੀਕਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਕਿਸੇ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਇੱਕ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਛੜ ਰੱਖੀ ਜਾਵੇ ਤੇ ਉਸ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾਵੇ। ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਛੜ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕਿਤ ਕਰ ਦਿੰਦਾ ਹੈ। ਹਿਸਟੈਰੇਸਿਸ ਵਕਰ (ਚਿੱਤਰ 5.14) ਸਾਨੂੰ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕਾ ਲਈ ਉਚਿਤ ਪਦਾਰਥ ਚੁਣਨ ਲਈ ਸਹਾਇਤਾ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਸ਼ਕਤੀਸ਼ਾਲੀ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਉੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਧਾਰਨਸ਼ੀਲਤਾ ਅਤੇ ਉੱਚ ਕੋਐਰਸੀਵੀਟੀ (High Coercivity) ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਇੱਧਰ ਉੱਧਰ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਜਾਂ ਤਾਪੀ ਉਤਾਅ-ਚੜ੍ਹਾਵਾਂ ਜਾਂ ਛੋਟੀ ਯਾਂਤਰਿਕ ਹਾਨੀਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਇਸਦਾ ਚੁੰਬਕਤਵ ਅਸਾਨੀ ਨਾਲ ਖ਼ਤਮ ਨਾ ਹੋ ਜਾਵੇ।

ਚਿੱਤਰ 5.15 ਇਕ ਲੁਹਾਰ, ਉੱਤਰ ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਇਕ ਲਾਲ ਗਰਮ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਨੂੰ ਹਥੌੜੇ ਤੋਂ ਕੁੱਟ ਕੇ ਬਦਲਦੇ ਹੋਏ। ਇਹ ਚਿੱਤਰ ਸਨ 1600 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਕਾਸ਼ਿਤ ਡਾ. ਵਿਲਿਅਮ ਗਿਲਬਰਟ (ਜੋ ਇੰਗਲੈਂਡ ਦੀ ਮਹਾਰਾਣੀ ਦੇ ਸ਼ਾਹੀ ਚਕਿਤਸਕ ਸੀ) ਦੀ ਪੁਸਤਕ), ਡੇ-ਮੈਗਨੇਟੇ (De Magnete) ਤੋਂ ਹੈ।

ਇਸਦੇ ਇਲਾਵਾ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਉੱਚ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਸਟੀਲ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੀ ਇੱਕ ਪਦਾਰਥ ਹੈ, ਇਸਦੀ ਧਾਰਨਸ਼ੀਲਤਾ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਪਰ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਦੀ ਕੋਐਰਸੀਟੀਵੀ ਇੰਨ੍ਹੀ ਘੱਟ ਹੈ ਕਿ ਸਾਰੇ ਗੁਣਾਂ ਨੂੰ ਸੋਚੀਏ ਤਾਂ ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਸਟੀਲ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਤੋਂ ਬਿਹਤਰ ਹੈ। ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕਾਂ ਲਈ ਉਪਯੋਗਤ ਹੋਰ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਨਾਮ ਹਨ- ਐਲਨੀਕੋ (ਲੋਹੇ, ਐਲੂਮੀਨੀਅਮ, ਨਿੱਕਲ, ਕੋਬਾਲਟ ਅਤੇ ਤਾਂਬੇ ਦੀ ਇੱਕ ਮਿਸ਼ਰਿਤ ਧਾਤੂ) ਕੋਬਾਲਟ- ਸਟੀਲ ਅਤੇ ਟੀਕੋਨਲ।

ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਤੋਂ ਬਣੇ ਹੁੰਦੇ ਹਨ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਅਤੇ ਧਾਰਨਸ਼ੀਲਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਨਰਮ ਲੋਹਾ ਬਿਜਲ-ਚੁੰਬਕਾਂ ਲਈ ਇੱਕ ਉਪਯੁਕਤ ਪਦਾਰਥ ਹੈ। ਕਿਸੇ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਦੇ ਅੰਦਰ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਦੀ ਛੜ ਰੱਖ ਕੇ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਉਸ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹਜ਼ਾਰ ਗੁਣਾ ਵੱਧ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਵਿੱਚ ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਕਰਨਾ ਬੰਦ ਕਰ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵੀ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਵਾਲੇ ਕੋਰ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਾਰਨਸ਼ੀਲਤਾ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ। ਇਹ ਸਥਿਤੀ ਚਿੱਤਰ 5.16 ਵਿੱਚ ਦਰਸ਼ਾਈ ਗਈ ਹੈ।



ਚਿੱਤਰ 5.16 ਇੱਕ ਨਰਮ ਲੋਹੇ-ਦੀ ਕੋਰ ਯੁਕਤ ਸਾਲੇਨਾਈਡ ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕ ਵਾਂਗ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੀ ਹੈ।

ਕੁੱਝ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚ ਪਦਾਰਥ ਇੱਕ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਤੱਕ ਚੁੰਬਕਨ ਦੇ ਪ੍ਰਤੀ ਆਵਰਤੀ ਚੱਕਰ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਰਦਾ ਹੈ। ਟਰਾਂਸਫਾਰਮਰ ਦੇ ਕੋਰ ਅਤੇ ਟੈਲੀਫੋਨ ਦੇ ਡਾਈਫਰਾਮ ਵਿੱਚ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਵਿੱਚ ਵਰਤੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਵਕਰ ਸੰਕੀਰਨ ਹੋਣੇ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ। ਨਤੀਜਨ ਇਨ੍ਹਾਂ ਵਿੱਚ ਊਸ਼ਮਾ ਖੈ ਅਤੇ ਤਾਪ ਵਾਧਾ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਕਤਾ ਵੀ ਘੱਟ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਐਡੀ-ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਊਰਜਾ ਖੈ ਵਿੱਚ ਕਮੀ ਰਹੇ। ਐਡੀ-ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਵਿਸ਼ੇ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਅਧਿਆਇ 6 ਵਿੱਚ ਜ਼ਿਕਰ ਕਰਾਂਗੇ। ਬਿਜਲ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦਾ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗ ਬਿਜਲ ਘੰਟੀਆ, ਧੁਨੀ ਵਿਸਤਾਰਿਕ ਅਤੇ ਦੂਰ-ਭਾਸ਼ ਯੰਤਰਾਂ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਵਿਸ਼ਾਲ ਬਿਜਲੀ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦਾ ਕਰੇਨਾਂ ਵਿੱਚ ਮਸ਼ੀਨਾਂ ਜਾਂ ਲੋਹੇ ਅਤੇ ਸਟੀਲ ਦੀਆਂ ਭਾਰੀਆਂ ਵਸਤੂਆਂ ਚੁੱਕਣ ਲਈ ਇਸਤੇਮਾਲ ਕੀਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ।

ਭਾਰਤ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਮਾਨ-ਚਿਤਰਨ (MAPPING INDIA S MAGNETIC FIELD)

ਅਨਵੇਸ਼ਨ, ਸੰਚਾਰ ਅਤੇ ਨਾਵਕੀ ਵਿੱਚ ਵਿਵਹਾਰਿਕ ਅਨੁਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਦੁਨੀਆਂ ਦੇ ਜ਼ਿਆਦਾਤਰ ਦੇਸ਼ਾ ਨੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਇਹੋ ਜਿਹੇ ਨਕਸ਼ੇ ਬਣਾਏ ਹਨ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਸ਼ੁਧਤਾ ਭੂਗੋਲਿਕ ਨਕਸ਼ਿਆਂ ਦੇ ਨਾਲ ਤੁਲਨਾਯੋਗ ਹੈ। ਭਾਰਤ ਦੇ ਦੱਖਣ ਵਿੱਚ ਤ੍ਰੀਵੇਂਦਰਮ ਤੋਂ ਉੱਤਰ ਦੇ ਗੁਲਮਾਰਗ ਤੱਕ ਇੱਕ ਦਰਜਨ ਤੋਂ ਅਧਿਕ ਵੇਦਸ਼ਾਲਾਵਾ (Observatories) ਹਨ। ਇਹ ਵੇਦਸ਼ਾਲਾਵਾਂ ਮੁੰਬਈ ਦੇ ਕੋਲਾਬਾ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ ਭਾਰਤੀ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਸਥਾਨ (IIG) ਦੇ ਅਧੀਨ ਕਾਰਜ ਕਰਦੀਆਂ ਹਨ। ਭਾਰਤੀ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਸਥਾਨ, ਕੋਲਾਬਾ ਅਤੇ ਅਲੀਬਾਗ ਵੇਦਸ਼ਾਲਾਵਾਂ ਦੇ ਵਿਸਥਾਰ ਸਰੂਪ, ਉਪਚਾਰਿਕ ਰੂਪ ਤੋਂ 1971 ਵਿੱਚ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ। ਭਾਰਤੀ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤ ਸੰਸਥਾਨ ਆਪਣੇ ਦੇਸ਼ ਵਿਆਪੀ ਵੇਦਸ਼ਾਲਾਵਾਂ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਭੂ-ਸਮੁੰਦਰਤਲ ਅਤੇ ਪੁਲਾੜ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਉਤਾਰ-ਚੜ੍ਹਾਵਾਂ ਤੇ ਨਿਗਾਹ ਰੱਖਦਾ ਹੈ। ਇਸਦੀਆਂ ਸੀਮਾਵਾਂ ਤੇਲ ਅਤੇ ਕੁਦਰਤੀ ਗੈਸ ਆਯੋਗ (ONGC), ਰਾਸ਼ਟਰੀ ਸਮੁੰਦਰ ਵਿਗਿਆਨ ਸੰਸਥਾਨ (NIO) ਅਤੇ ਭਾਰਤੀ ਪੁਲਾੜ ਅਨੁਸੰਧਾਨ ਸੰਗਠਨ (ISRO) ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਹ ਉਸ ਵਿਸ਼ਵ ਵਿਆਪੀ ਵਿਵਸਥਾਂ ਦਾ ਅੰਗ ਹੈ ਜੋ ਲਗਾਤਾਰ ਯਤਨਪੂਰਵਕ ਭੂ-ਚੁੰਬਕੀ ਅੰਕੜਿਆਂ ਨੂੰ ਸੁਧਾਰਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ। ਹੁਣ ਭਾਰਤ ਕੋਲ ਇੱਕ ਸਥਾਈ ਕੇਂਦਰ ਹੈ, ਜਿਸਦਾ ਨਾਮ ਗੰਗੋਤਰੀ ਹੈ।

PHYSICS

India's Magnetic Field:
http://www.iigm.res.in

ਸਾਰ (SUMMARY)

1. ਚੁੰਬਕਤਵ ਵਿਗਿਆਨ ਇਕ ਪੁਰਾਤਨ ਵਿਗਿਆਨ ਹੈ। ਇਹ ਕਾਫੀ ਪੁਰਾਣੇ ਸਮੇਂ ਤੋਂ ਗਿਆਤ ਸੀ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਉੱਤਰ-ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰਨ ਦੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਸਮਾਨ ਧਰੁਵ ਇੱਕ ਦੂਸਰੇ ਨੂੰ ਅਪਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹਨ ਅਤੇ ਅਸਮਾਨ ਅਕਰਸ਼ਿਤ। ਕਿਸੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਕੱਟਕੇ ਦੋ ਭਾਗਾਂ ਵਿੱਚ ਵੰਡਿਏ ਤਾਂ ਦੋ ਛੋਟੇ ਚੁੰਬਕ ਬਣ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧਰੁਵ ਵੱਖ ਨਹੀਂ ਕੀਤੇ ਜਾ ਸਕਦੇ।
2. ਜਦੋਂ $\mathbf{m}$ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਵਾਲੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}$ ਵਿੱਚ ਰਖਦੇ ਹਾਂ ਤੇ
   (a) ਇਕ ਤੇ ਲਗਣ ਵਾਲਾ ਕੁਲ ਬਲ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
   (b) ਟਾਰਕ $\mathbf{m} \times \mathbf{B}$ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
   (c) ਇਸਦੀ ਸਥਿਤਿਜ ਊਰਜਾ $-\mathbf{m}\cdot\mathbf{B}$ ਹੁੰਦੀ ਹੈ, ਜਿਥੇ ਅਸੀਂ ਸਿਫਰ, ਊਰਜਾ ਉਸ ਕੇਸ ਵਿੱਚ ਲਿਆ ਹੈ ਜਦੋਂ $\mathbf{m}$ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}$ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ।
3. ਲੰਬਾਈ l ਅਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੰਟ $\mathbf{m}$ ਦਾ ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਲਓ। ਇਸਦੇ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ ਤੋਂ r ਦੂਰੀ ਤੇ, ਜਿੱਥੇ $r >> l$ ਇਸ ਛੜ ਦੇ ਕਾਰਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}$ ਦਾ ਮੁਲ ਹੋਵੇਗਾ

   $$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 \mathbf{m}}{2\pi r^3}$$ (ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ)

   $$= -\frac{\mu_0 \mathbf{m}}{4\pi r^3}$$ (ਵਿਸ਼ੁਵਤ ਧੁਰੇ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿਚ)

4. ਚੁੰਬਕਤਵ ਸੰਬੰਧੀ ਗੌਸ ਦੇ ਨਿਯਮ ਅਨੁਸਾਰ, ਕਿਸੇ ਬੰਦ ਸਤ੍ਹਾ ਵਿਚੋਂ ਦੀ ਗੁਜਰਨ ਵਾਲਾ ਕੁੱਲ ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਹਮੇਸ਼ਾ ਸਿਫਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ

   $$\phi_B = \sum_{\substack{\text{ਸਾਰੇ ਖੇਤਰ ਅੰਸ਼ਾ} \\ \Delta S \text{ ਦੇ ਲਈ}}} \mathbf{B}\cdot\Delta\mathbf{S} = 0$$

5. ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰੱਖੇ-ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ (ਪਰਿਕਲਪਿਤ) ਦੇ ਸਮਤੁਲ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁਵ ਦੇ ਨਜ਼ਦੀਕ ਦੇ ਧਰੁਵ ਨੂੰ ਉੱਤਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵ ਕਹਿਦੇ ਹਨ। ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਭੂਗੋਲਿਕ ਦੱਖਣੀ ਧਰੁਵ ਦੇ ਨੇੜੇ ਦੇ ਧਰੁਵ ਨੂੰ ਦੱਖਣੀ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵ ਆਖਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਡਾਈਪੋਲ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਤੋਂ ਇਕ ਛੋਟਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $= 4 \times 10^{-5}$ T ਹੈ।
6. ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਇਸਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਵਿਵਰਨ ਦੇਣ ਲਈ ਤਿੰਨ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ- ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖਿਤਿਜ ਖੰਡ, ਚੁੰਬਕੀ ਇਕਪਾਤ ਅਤੇ ਨਮਨ ਕੋਣ। ਇਹ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਅਵਯਵ ਹਨ।
7. ਮੰਨਿਆ ਕਿ ਕੋਈ ਪਦਾਰਥ ਇਕ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ $\mathbf{B}_0$ ਵਿੱਚ ਰਖਿਆ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਤੀਵਰਤਾ ਦੀ ਪਰਿਭਾਸ਼ਾ ਹੈ,

   $$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}_0}{\mu_0}$$

   ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਚੁੰਬਕਣ $\mathbf{M}$ ਇਸਦਾ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ ਪ੍ਰਤੀ ਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਹੈ। ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ

   $\mathbf{B} = \mu_0 (\mathbf{H} + \mathbf{M})$
8. ਰੇਖੀ ਪਦਾਰਥ ਲਈ $\mathbf{M} = \chi \mathbf{H}$ ਜਿਸ ਤੋਂ ਕਿ $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$ ਅਤੇ χ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ ਕਹਾਉਂਦੀ ਹੈ। ਰਾਸ਼ੀਆਂ χ, ਆਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ μ_r ਅਤੇ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ μ ਵਿੱਚੋ ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਸੰਬੰਧ ਹੈ-

   $\mu = \mu_0 \mu_r$

   $\mu_r = 1 + \chi$
9. ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਨੂੰ ਮੋਟੇ ਤੌਰ ਤੇ ਤਿੰਨ ਜਮਾਤਾ ਵਿੱਚ ਵਿਭਾਜਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ :- ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ, ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ। ਪ੍ਰਤੀ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾ ਲਈ χ ਦਾ ਮੁਲ ਰਿਣਾਤਮਕ ਅਤੇ ਜਿਆਦਾਤਰ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ, ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ χ ਧੰਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ। ਲੋਹ

ਚੁੰਬਕਾਂ ਲਈ χ ਧੰਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਮੁਲ ਵਾਲਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ **B** ਅਤੇ **H** ਦੇ ਰੇਖੀ ਸੰਬੰਧਾਂ ਨਾਲ ਵੀ ਪਹਿਚਾਨੇ ਜਾਂਦੇ ਹਨ। ਇਹ ਹਿਸਟੈਰੇਸਿਸ ਦਾ ਗੁਣ ਵੀ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ।

10. ਉਹ ਪਦਾਰਥ ਜੋ ਸਾਧਾਰਣ ਤੌਰ ਤੇ ਲੰਬੇ ਸਮੇਂ ਲਈ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ ਗੁਣ ਦਰਸਾਉਂਦੇ ਹਨ, ਸਥਾਈ ਚੁੰਬਕ ਕਹਾਉਂਦੇ ਹਨ।

	ਭੌਤਿਕ ਰਾਸ਼ੀ	ਪ੍ਰਤੀਕ	ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ	ਵਿਮਾਵਾਂ	ਮਾਤ੍ਰਕ	ਟਿੱਪਣੀ
1.	ਨਿਰਵਾਯੂ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ	μ_0	ਸਕੇਲਰ	$[MLT^{-2}A^{-2}]$	$T\ m\ A^{-1}$	$\mu_0/4\pi = 10^{-7}$
2.	ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ; ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰੇਰਣ; ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ ਘਣਤਾ	**B**	ਵੈਕਟਰ	$[MT^{-2}A^{-1}]$	T (ਟੈਸਲਾ)	10^4 G (ਗੌਸ) = 1 T
3.	ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ	**m**	ਵੈਕਟਰ	$[L^{2}A]$	$A\ m^2$	
4.	ਚੁੰਬਕੀ ਫਲਕਸ	ϕ_B	ਵੈਕਟਰ	$[ML^2T^{-2}A^{-1}]$	W (ਵੇਬਰ)	$W = T\ m^2$
5.	ਚੁੰਬਕਣ	**M**	ਵੈਕਟਰ	$[L^{-1}A]$	$A\ m^{-1}$	$\frac{\text{ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ}}{\text{ਆਇਤਨ}}$
6.	ਚੁੰਬਕੀ ਤੀਵਰਤਾ; ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਸਮਰਥਾ	**H**	ਵੈਕਟਰ	$[L^{-1}A]$	$A\ m^{-1}$	$\mathbf{B} = \mu_0(\mathbf{H} + \mathbf{M})$
7.	ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ	χ	ਸਕੇਲਰ	-	-	$\mathbf{M} = \chi\mathbf{H}$
8.	ਆਪੇਖੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ	μ_r	ਸਕੇਲਰ	-	-	$\mathbf{B} = \mu_0\mu_r\mathbf{H}$
9.	ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ	μ	ਸਕੇਲਰ	$[MLT^{-2}A^{-2}]$	$T\ m\ A^{-1}$ $N\ A^{-2}$	$\mu = \mu_0\mu_r$ $\mathbf{B} = \mu\mathbf{H}$

ਵਿਚਾਰਣਯੋਗ ਵਿਸ਼ੇ (POINTS TO PONDER)

1. ਗਤੀਮਾਨ ਚਾਰਜਾਂ/ਕਰੰਟਾਂ ਦੇ ਮਾਧਿਅਮ ਤੋਂ ਚੁੰਬਕੀ ਵਰਤਾਰਿਆ ਦੀ ਸੰਤੋਸ਼ਜਨਕ ਸਮਝ ਸੰਨ 1800 ਈ ਦੇ ਬਾਅਦ ਪੈਦਾ ਹੋਈ। ਪਰੰਤੂ ਚੁੰਬਕਾਂ ਦੇ ਦਿਸ਼ਾ ਗੁਣਾਂ ਦਾ ਤਕਨੀਕੀ ਉਪਯੋਗ ਇਸ ਵਿਗਿਆਨਕ ਸਮਝ ਤੋਂ 2000 ਸਾਲ ਪਹਿਲਾਂ ਹੀ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਗਿਆ ਸੀ। ਇਸ ਲਈ ਵਿਗਿਆਨਕ ਸਮਝ ਇੰਜੀਨੀਅਰਿੰਗ ਉਪਯੋਗਾਂ ਲਈ ਕੋਈ ਜ਼ਰੂਰੀ ਸ਼ਰਤ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਆਦਰਸ਼ ਤੌਰ ਤੇ ਵਿਗਿਆਨ ਅਤੇ ਇੰਜੀਨੀਅਰਿੰਗ ਵਿਚ ਕਦੇ ਵਿਗਿਆਨ ਇੰਜੀਨੀਅਰਿੰਗ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਵੱਧਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਕਦੇ ਇੰਜੀਨੀਅਰਿੰਗ ਵਿਗਿਆਨ ਤੋਂ।
2. ਇਕੱਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ। ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਇਕ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਕੱਟ ਕੇ ਦੋ ਟੁਕੜੇ ਕਰਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦੋ ਛੋਟੇ ਚੁੰਬਕ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਉੱਲਟ ਇਕੱਲੇ ਧਨਾਤਮਕ ਅਤੇ ਰਿਣਾਤਮਕ ਬਿਜਲਈ ਚਾਰਜਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਹੈ। ਇੱਕ ਇਲੈਕਟ੍ਰਾਨ ਤੇ ਚਾਰਜ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ $|e| = 1.6 \times 10^{-19}$ C ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੋ ਚਾਰਜ ਦਾ ਸਭ ਤੋਂ ਛੋਟਾ ਮਾਨ ਹੈ। ਹੋਰ ਸਾਰੇ ਚਾਰਜ ਇਸ ਨਿਊਨਤਮ ਇਕਾਈ ਚਾਰਜ ਦੇ ਪੂਰਨ ਗੁਣਅੰਕ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਚਾਰਜ ਕੁਆਂਟੀਕ੍ਰਿਤ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ ਇਕੱਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵ ਦੀ ਹੋਂਦ ਕਿਉਂ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਜਾਂ ਬਿਜਲੀ ਚਾਰਜ ਕੁਆਂਟਕ੍ਰਿਤ ਕਿਉਂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।
3. ਇਸ ਤੱਥ ਦਾ ਕਿ ਇਕੱਲੇ ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁੱਵਾਂ ਦੀ ਹੋਂਦ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦੀ ਦਾ ਇੱਕ ਨਤੀਜਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਅਖੰਡਿਤ ਹਨ ਅਤੇ ਬੰਦ ਲੂਪ ਬਣਾਉਂਦੀਆਂ ਹਨ। ਇਸ ਦੇ ਉਲਟ ਬਿਜਲੀ ਬਲ ਰੇਖਾਵਾਂ ਧੰਨ ਚਾਰਜ ਤੋਂ ਸ਼ੁਰੂ ਹੋ ਕੇ ਰਿਣ ਚਾਰਜ ਤੇ ਸਮਾਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ (ਜਾਂ ਅਨੰਤ ਵਿਚ ਲੁਪਤ ਹੋ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ)।

4. ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਰੱਖੇ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕਾਰਨ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਕੋਰ ਗਰਮ ਅਤੇ ਪਿਘਲੀ ਹੋਈ ਅਵਸਥਾ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਸ਼ਾਇਦ ਇਸ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਸੰਵਹਿਣ ਧਾਰਾਵਾਂ ਹੀ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਈ ਜ਼ਿੰਮੇਵਾਰ ਹਨ। ਅਸੀਂ ਨਹੀਂ ਜਾਣਦੇ ਕਿ ਉਹ ਕਿਹੜਾ ਡਾਈਨਾਮੋ (Dynamo) ਪ੍ਰਭਾਵ ਹੈ। ਜੋ ਇਨ੍ਹਾਂ ਧਾਰਾਵਾਂ ਨੂੰ ਬਣਾਈ ਰੱਖਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਪਗ ਹਰ ਦਸ ਲੱਖ ਸਾਲਾਂ ਬਾਅਦ ਆਪਣੀ ਧਰੁੱਵਤਾ ਕਿਉਂ ਉੱਲਟ ਲੈਂਦਾ ਹੈ।

5. ਚੁੰਬਕੀ ਪ੍ਰਵਿਰਤੀ χ ਦੇ ਮੁੱਲ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਛੋਟੇ ਅੰਤਰ ਤੋਂ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਵਰਤਾਰੇ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ, ਜਿਵੇਂ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕ ਅਤੇ ਅਨੁ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਵਿਵਹਾਰਾਂ ਵਿੱਚ ਅੰਤਰ। ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ $\chi = -10^{-5}$ ਜਿੱਥੇ $\chi = +10^{-5}$ ਅਨੁੰਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੇ ਲਈ ਹੈ।

6. ਅਤਿਚਾਲਕ (super Conductor) ਪਰਿਪੂਰਨ ਚੁੰਬਕ (perfect diamagnetic) ਵੀ ਹੁੰਦੇ ਹਨ। ਇਸਦੇ ਲਈ $\chi = -1, \mu_r = 0, \mu = 0$ ਹੈ। ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਇਸਦੇ ਬਾਹਰ ਹੀ ਰਹਿੰਦਾ ਹੈ। ਇੱਕ ਮੰਨੋਰੰਜਕ ਤੱਤ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਪਦਾਰਥ ਇੱਕ ਪਰਿਪੂਰਨ ਚਾਲਕ ਵੀ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਕੋਈ ਪੁਰਾਣਾ ਸਿਧਾਂਤ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਇਨ੍ਹਾਂ ਦੋਨਾਂ ਗੁਣਾਂ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸੂਤਰਤਾ ਲਿਆਂ ਸਕੇ। ਬਾਰਡੀਨ (Bardeen), ਕੂਪਰ (Cooper) ਅਤੇ ਸ਼ਰੀਫਰ (Schrieffer) ਨੇ ਇੱਕ ਕੁਆਂਟਮ ਯਾਂਤਰਿਕ ਸਿਧਾਂਤ (B.C.S.) ਦਿੱਤਾ ਹੈ ਜੋ ਇਨ੍ਹਾਂ ਪ੍ਰਭਾਵਾਂ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰ ਸਕਦਾ ਹੈ। BCS ਸਿਧਾਂਤ 1957 ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਸਤਾਵਿਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ ਅਤੇ ਬਾਅਦ ਵਿੱਚ 1970 ਵਿੱਚ ਭੌਤਿਕੀ ਦੇ ਨੋਬਲ ਪੁਰਸਕਾਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਇਸਨੂੰ ਮਾਨਤਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਈ।

7. ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਦੀ ਪਰਿਘਟਨਾ, ਪਦਾਰਥਾਂ ਦੀ ਪ੍ਰਤੀਆਸਥਤਤਾ ਸੰਬੰਧੀ ਮਿਲਦੇ ਜੁਲਦੇ ਵਿਵਹਾਰ ਦੀ ਯਾਦ ਦਿਲਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਜਿਵੇਂ, ਪ੍ਰਤੀਬਲ, ਵਿਕ੍ਰਿਤੀ ਦੇ ਉੱਲਟ ਅਨੁਪਾਤੀ ਹੋਣਾ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਉਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੀ ਇੱਥੇ H ਅਤੇ B (ਜਾਂ M) ਵਿੱਚ ਰੇਖੀ ਸੰਬੰਧ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਪ੍ਰਤੀਬਲ ਵਿਕ੍ਰਿਤੀ ਵਕਰ ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਦਾ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸਤੋਂ ਘਿਰਿਆ ਹੋਇਆ ਖੇਤਰਫਲ ਪ੍ਰਤੀਇਕਾਈ ਆਇਤਨ ਵਿੱਚ ਹੋਣ ਵਾਲੇ ਊਰਜਾ ਖੈ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। B-H ਹਿਸਟੇਰੇਸਿਸ ਵਕਰ ਦੀ ਵੀ ਇਸੇ ਤਰ੍ਹਾਂ ਵਿਆਖਿਆ ਕੀਤੀ ਜਾ ਸਕਦੀ ਹੈ।

8. ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਵ ਸਰਵਵਿਆਪੀ ਹੈ। ਇਹ ਸਭ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਮੌਜੂਦ ਹੈ, ਪਰੰਤੂ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਵਿੱਚ ਇਹ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ਼ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣਾ ਬਹੁਤ ਕਠਿਨ ਹੈ।

9. ਅਸੀਂ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕੀ, ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਅਤੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਰੂਪਾਂ ਵਿੱਚ ਵਰਗੀਕਰਨ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਪਰੰਤੂ ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਇਨ੍ਹਾਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਵੀ ਕੁੱਝ ਹੋਰ ਪ੍ਰਕਾਰ ਹਨ, ਜਿਵੇਂ- ਲਗੁ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ, (Ferrimagnetic) ਪ੍ਰਤੀਲੋਹ ਚੁੰਬਕੀ (Anti-ferromagnetic), ਸਪਿੰਨ ਕੱਚ ਆਦਿ, ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦੇ ਗੁਣ ਬਹੁਤ ਹੀ ਵੱਖ-2 ਤੇ ਭੇਦ ਭਰੇ ਹਨ।

ਅਭਿਆਸ (EXERCISES)

5.1 ਭੂਚੁੰਬਕਤਵ ਸਬੰਧੀ ਨਿਮਨਲਿਖਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ—

(a) ਇਕ ਸਦਿਸ਼ ਨੂੰ ਪੂਰਨ ਰੂਪ ਨਾਲ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਤਿੰਨ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੀ ਲੋੜ ਹੁੰਦੀ ਹੈ। ਉਨ੍ਹਾਂ ਤਿੰਨ ਸੁਤੰਤਰ ਰਾਸ਼ੀਆਂ ਦੇ ਨਾਮ ਲਿਖੋ ਜੋ ਪਰੰਪਰਾਗਤ ਰੂਪ ਨਾਲ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਨੂੰ ਵਿਅਕਤ ਕਰਨ ਲਈ ਪ੍ਰਯੁਕਤ ਹੁੰਦੀ ਹਨ।

(b) ਦੱਖਣ ਭਾਰਤ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਨਮਨ ਕੋਣ ਦਾ ਮਾਨ ਲਗਭਗ $18°$ ਹੈ। ਬ੍ਰਿਟੇਨ ਵਿੱਚ ਤੁਸੀਂ ਇਸਤੋਂ ਵੱਧ ਨਮਨ ਕੋਣ ਦੀ ਆਸ ਕਰੋਗੇ ਜਾ ਘੱਟ ਦੀ?

(c) ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਆਸਟ੍ਰੇਲੀਆ ਦੇ ਮੇਲਬਾਰਨ ਸ਼ਹਿਰ ਵਿਚ ਭੂ-ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦਾ ਨਕਸ਼ਾ ਬਣਾਓ ਤਾਂ ਇਹ ਰੇਖਾਵਾਂ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਅੰਦਰ ਜਾਣਗੀ ਯਾ ਬਾਹਰ ਆਉਣਗੀਆਂ?

(d) ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੁਈ ਜੋ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ, ਜੇ ਭੂ-ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰ ਯਾ ਦੱਖਣ ਵਿੱਚ ਰੱਖੀ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਕਿਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਕੇਤ ਕਰੇਗੀ?

(e) ਇਹ ਮੰਨਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਭਗ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਡਾਈਪੋਲ ਦੇ ਖੇਤਰ ਵਰਗਾ ਹੈ ਜੋ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੇ ਰਖਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸਦਾ ਡਾਈਪੋਲ ਮੋਮੰਟ $8 \times 10^{22}\ J\ T^{-1}$ ਹੈ। ਕੋਈ ਤਰੀਕਾ ਦੱਸੋ ਜਿਸ ਨਾਲ ਇਸ ਸੰਖਿਆ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਕੋਟੀ ਦੀ ਜਾਂਚ ਕਿਤੀ ਜਾ ਸਕੇ।

(f) ਭੂ-ਗਰਭ ਸ਼ਾਸ਼ਤਰੀਆਂ ਦਾ ਮੰਣਨਾ ਹੈ ਕਿ ਮੁਖ N-S ਚੁੰਬਕੀ ਧਰੁਵਾਂ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ, ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੇ ਕਈ ਹੋਰ ਸਥਾਨੀ ਧਰੁਵ ਵੀ ਹਨ, ਜੋ ਵੱਖ ਵੱਖ ਦਿਸ਼ਾਵਾ ਵਿੱਚ ਝੁਕੇ ਹਨ। ਇਹੋ ਜਿਹਾ ਹੋਣਾ ਕਿਵੇਂ ਸੰਭਵ ਹੈ?

5.2 ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ—

(a) ਇਕ ਸਥਾਨ ਤੋਂ ਦੂਸਰੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਬਦਲਦਾ ਹੈ? ਕਿ ਇਹ ਸਮੇਂ ਦੇ ਨਾਲ ਵੀ ਬਦਲਦਾ ਹੈ? ਜੇ ਹਾਂ, ਤਾਂ ਕਿੰਨੇ ਸਮੇਂ ਬਾਅਦ ਇਸ ਵਿੱਚ ਢੁਕਵੇਂ ਪਰਿਵਰਨ ਆਉਂਦੇ ਹਨ?

(b) ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੋਰ ਵਿੱਚ ਲੋਹਾ ਹੈ ਇਹ ਪਤਾ ਹੈ। ਫਿਰ ਵੀ ਭੂ-ਗਰਭ ਸ਼ਾਸਤਰੀ ਇਸਨੂੰ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਸੋਮਾ ਨਹੀਂ ਮੰਨਦੇ। ਕਿਓ?

(c) ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਕੋਰ ਦੇ ਬਾਹਰੀ ਚਾਲਕ ਭਾਗ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋਣ ਵਾਲੀ ਚਾਰਜ ਧਾਰਾਵਾਂ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ ਲਈ ਉੱਤਰਦਾਈ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾਂਦੀ ਹਨ। ਇਨ੍ਹਾਂ ਧਾਰਾਵਾਂ ਨੂੰ ਬਣਾਏ ਰੱਖਣ ਵਾਲੀ ਬੈਟਰੀ (ਉਰਜਾ ਸ੍ਰੋਤ) ਕਿ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ?

(d) ਆਪਣੇ 45 ਅਰਬ ਸਾਲਾਂ ਦੇ ਇਤਿਹਾਸ ਵਿੱਚ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਆਪਣੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਕਈ ਬਾਰ ਉਲਟ ਚੁਕੀ ਹੋਵੇਗੀ। ਭੂ-ਗਰਭਸ਼ਾਸਤਰੀ ਇੰਨੇ ਦੂਰ ਅਤੀਤ ਦੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਬਾਰੇ ਵਿੱਚ ਕਿਵੇਂ ਜਾਨ ਪਾਉਂਦੇ ਹਨ?

(e) ਬਹੁਤ ਵੱਧ ਦੂਰੀਆਂ ਤੇ (30,000 km ਤੋਂ ਵੱਧ) ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਆਪਣੀ ਦੋ ਧਰੁਵੀ ਆਕ੍ਰਿਤੀ ਤੋਂ ਕਾਫੀ ਵੱਖ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿਹੜੇ ਕਾਰਕ ਇਸ ਵਿਗਾੜ ਲਈ ਉੱਤਰਦਾਈ ਹਨ?

(f) ਪੁਲਾੜ ਵਿੱਚ 10^{12} T ਦੀ ਕੋਟਿ ਦਾ ਬਹੁਤ ਹੀ ਘੱਟ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਕਿ ਇਸ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਵੀ ਕੁਝ ਪ੍ਰਭਾਵੀ ਨਤੀਜੇ ਹੋ ਸਕਦੇ ਹਨ? ਸਮਝਾਓ।

[ਟਿੱਪਣੀ : ਪ੍ਰਸ਼ਨ 5.2 ਦਾ ਉਦੇਸ਼ ਮੁਖਤੋਰ ਤੇ ਜਿਗਿਆਸਾ ਜਗਾਉਣਾ ਹੈ ਉਪਰੋਕਤ ਕਈ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਯਾ ਤਾ ਕੱਮ ਚਲਾਓ ਹਨ ਯਾ ਅਗਿਆਤ ਹਨ ਜਿੰਨਾ ਵੀ ਸੰਭਵ ਹੋ ਸੱਕਿਆ, ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਪੁਸਤਕ ਦੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੇ ਹਨ। ਵਿਸਤਾਰ ਉਤਰਾ ਲਈ ਤੁਹਾਨੂੰ ਭੂ-ਚੁੰਬਕਤਵ ਦੀ ਕੋਈ ਵਧਿਆ ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਵੇਖਣੀ ਪਵੇਗੀ।

5.3 ਇਕ ਛੋਟਾ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਜੋ ਇਕ ਸਮਾਨ ਬਾਹਰੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ 0.25 T ਦੇ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ, ਤੇ 4.5×10^{-2} J ਦਾ ਟਾਰਕ ਲੱਗਦਾ ਹੈ। ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੋਮੈਂਟ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਕੀ ਹੈ?

5.4 ਚੁੰਬਕੀ ਮੂਮੈਂਟ $m = 0.32\ \mathrm{J\,T^{-1}}$ ਵਾਲਾ ਇਕ ਛੋਟਾ ਛੜ ਚੁੰਬਕ, 0.15 T ਦੇ ਇਕਸਮਾਨ ਬਾਹਰੀ ਚੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਹੈ, ਜੇ ਇਹ ਛੜ ਖੇਤਰ ਦੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਖੇਤਰ ਦੇ ਕਿਸ ਝੁਕਾਅ ਤੇ ਇਹ (i) ਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ (ii) ਅਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇਗਾ? ਹਰੇਕ ਸਥਿਤੀ ਵਿਚ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਸਥਿਤਜ ਉਰਜਾ ਦਾ ਮਾਣ ਦੱਸੋ।

5.5 ਇੱਕ ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਵਿੱਚ ਨੇੜੇ ਨੇੜੇ ਲਪੇਟੇ ਗਏ 800 ਫੇਰੇ ਹਨ ਅਤੇ ਇਸਦਾ ਲੰਬਵਤ ਕਾਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ $2.5 \times 10^{-4}\ \mathrm{m^2}$ ਹੈ ਅਤੇ ਇਸ ਵਿੱਚ 3.0 A ਕਰੰਟ ਪ੍ਰਵਾਹਿਤ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਸਮਝਾਓ ਕਿ ਕਿਸ ਅਰਥ ਵਿੱਚ ਇਹ ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਇਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਵਾਂਗ ਵਿਵਹਾਰ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਨਾਲ ਜੁੜਿਆ ਹੋਇਆ ਚੁੰਬਕੀ ਮੂਮੈਂਟ ਕਿੰਨਾ ਹੈ?

5.6 ਜੇ ਪ੍ਰਸ਼ਨ 5.5 ਵਿੱਚ ਦਿੱਤੀ ਹੋਈ ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਲੰਬਵਤ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਅਜ਼ਾਦ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਇਸਤੇ ਖਤਿਜ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ 0.25 T ਦਾ ਇਕਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸ ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਤੇ ਲੱਗਣ ਵਾਲੇ ਟਾਰਕ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਉਸ ਸਮੇਂ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ ਜਦੋਂ ਇਸਦਾ ਧੁਰਾ ਲਗਾਏ ਗਏ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾ ਰਿਹਾ ਹੋਵੇ।

5.7 ਇੱਕ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੂਮੈਂਟ $1.5\ \mathrm{J\,T^{-1}}$ ਹੈ, 0.22 T ਦੇ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਹੈ।

(a) ਇਹ ਬਾਹਰੀ ਟਾਰਕ ਕਿੰਨਾ ਕਾਰਜ ਕਰੇਗਾ ਜੇ ਇਹ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ (i) ਲੰਬਵਤ (ii) ਉੱਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਸੰਰੇਖਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਘੁੰਮਾ ਦੇਵੇ।

(b) ਸਥਿਤੀ (i) ਅਤੇ (ii) ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕ ਤੇ ਕਿੰਨਾ ਟਾਰਕ ਲੱਗਦਾ ਹੈ

5.8 ਇਕ ਸਾਲੇਨਾਇਡ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਨੇੜੇ ਨੇੜੇ 200 ਫੇਰੇ ਲਪੇਟੇ ਗਏ ਹਨ ਅਤੇ ਜਿਸਦੇ ਲੰਬਵਤ ਕਾਟ ਦਾ ਖੇਤਰਫਲ $1.6 \times 10^{-4}\ \mathrm{m^2}$ ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 4.0 A ਦਾ ਕਰੰਟ ਵੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਟਕਾਈ ਗਈ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਖਤਿਜ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮ ਸਕੇ।

(a) ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੂਮੈਂਟ ਦਾ ਮਾਨ ਕੀ ਹੈ?

(b) ਸਾਲੈਨਾਇਡ ਤੇ ਲੱਗਣ ਵਾਲਾ ਬਲ ਅਤੇ ਟਾਰਕ ਕੀ ਹੈ, ਜੇ ਇਸਦੇ ਧੁਰੇ ਨਾਲ 30° ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੋਇਆ 7.5×10^{-2} T ਦਾ ਇਕ ਸਮਾਨ ਖਤਿਜੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਵੇ?

5.9 ਇੱਕ ਗੋਲਾਕਾਰ ਕੁੰਡਲੀ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 16 ਫੇਰੇ ਹਨ। ਜਿਸਦਾ ਅਰਧ ਵਿਆਸ 10 ਸੈਂ ਮੀ. ਹੈ ਅਤੇ ਜਿਸ ਵਿੱਚ 0.75 A ਕਰੰਟ ਵੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਖੀ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦਾ ਤਲ 5.0×10^{-2} T ਪਰਿਮਾਣ ਵਾਲੇ ਬਾਹਰੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ, ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਅਤੇ ਇਸਦੇ ਆਪਣੇ ਤਲ ਵਿੱਚ ਸਥਿਤ

ਇੱਕ ਧੁਰੇ ਦੇ ਚਾਰੇ ਪਾਸੇ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ। ਜੇ ਕੁੰਡਲੀ ਨੂੰ ਜ਼ਰ੍ਹਾ ਕੁ ਘੁੰਮਾ ਕੇ ਛੱਡ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਹ ਆਪਣੀ ਸਥਾਈ ਸੰਤੁਲਨ ਅਵਸਥਾ ਦੇ ਇੱਧਰ ਉੱਧਰ $2.0\ s^{-1}$ ਦੀ ਆਵਿਰਤੀ ਨਾਲ ਡੋਲਨ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਕੁੰਡਲੀ ਦਾ ਆਪਣੇ ਘੁੰਮਣ ਧੁਰੇ ਵੱਲ ਜੜ੍ਹਤਾ ਮੂਮੈਂਟ ਕੀ ਹੈ?

5.10 ਇਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਦੇ ਸਮਾਂਤਰ ਇਕ ਲੰਬਵਤ ਤਲ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮਣ ਲਈ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ। ਇਸਦਾ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਖਤਿਜ ਨਾਲ $22°$ ਕੋਣ ਤੇ ਹੇਠਾਂ ਵੱਲ ਝੁਕਿਆ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੇ ਖਤਿਜ ਖੰਡ ਦਾ ਮਾਣ 0.35 G ਹੈ। ਜਿਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਗਿਆਤ ਕਰੋ?

5.11 ਦੱਖਣ ਅਫਰੀਕਾ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਤੇ ਇੱਕ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਭੂਗੋਲਿਕ ਉੱਤਰ ਨਾਲ $12°$ ਪੱਛਮ ਵੱਲ, ਸੰਕੇਤ ਕਰਦੀ ਹੈ। ਚੁੰਬਕੀ ਮੈਰੀਡੀਅਨ ਵਿੱਚ ਸੰਰੇਖਿਤ ਨਮਨ ਵਕਰ ਦੀ ਚੁੰਬਕੀ ਸੂਈ ਦਾ ਉੱਤਰੀ ਧਰੁੱਵ ਖਤਿਜ ਤੋਂ $60°$ ਉੱਤਰ ਵੱਲ ਸੰਕੇਤ ਕਰਦਾ ਹੈ। ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਖਤਿਜ ਖੰਡ ਮਾਪਣ ਤੇ 0.16 G ਪਾਇਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਅਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਦੱਸੋ?

5.12 ਕਿਸੇ ਛੋਟੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੂਮੈਂਟ $0.48\ J\ T^{-1}$ ਹੈ। ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 10 cm ਦੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਇਸਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ ਤੇ ਦਿਸ਼ਾ ਦੱਸੋ? ਜੇ ਇਹ ਬਿੰਦੂ (i) ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੋਵੇ (ii) ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਸਮਦੁਭਾਜਕ ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੋਵੇ।

5.13 ਖਿਤਿਜ ਤਲ ਵਿੱਚ ਰੱਖੇ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਦਾ ਧੁਰਾ, ਚੁੰਬਕੀ ਉੱਤਰ ਦੱਖਣ ਦਿਸ਼ਾ ਵੱਲ ਹੈ। ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਧੁਰੇ ਤੋਂ ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ 14 cm ਦੂਰ ਸਥਿਤ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ 0.36 G ਅਤੇ ਨਮਨ ਕੋਣ 0 ਹੈ। ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਅਭਿਲੰਬ ਸਮਦੁਭਾਜਕ ਤੇ ਇਸਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਉਨ੍ਹੀ ਹੀ ਦੂਰ (14 cm) ਸਥਿਤ ਕਿਸੇ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਕੀ ਹੋਵੇਗਾ।

5.14 ਜੇਕਰ ਪ੍ਰਸ਼ਨ 5.13 ਵਿੱਚ ਵਰਨਿਤ ਚੁੰਬਕ ਨੂੰ $180°$ ਨਾਲ ਘੁੰਮਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਸੰਤੁਲਨ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੀ ਨਵੀਂ ਸਥਿਤੀ ਕੀ ਹੋਵੇਗੀ।

5.15 ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਛੜ ਚੁੰਬਕ ਜਿਸਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਮੂਮੈਂਟ $5.25 \times 10^{-2}\ J\ T^{-1}$ ਹੈ। ਇਸ ਪ੍ਰਕਾਰ ਰੱਖਿਆ ਹੈ ਕਿ ਇਸਦਾ ਧੁਰਾ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸਾ ਦੇ ਲੰਬਵਤ ਹੈ। ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਤੋਂ ਕਿੰਨੀ ਦੂਰੀ ਤੇ ਪਰਿਣਾਮੀ ਖੇਤਰ, ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਖੇਤਰ ਦੀ ਦਿਸ਼ਾ ਨਾਲ $45°$ ਦਾ ਕੋਣ ਬਣਾਏਗਾ। (a) ਜੇ ਅਭਿਲੰਬ ਸਮਦੁਭਾਜਕ ਤੇ ਵੇਖੀਏ (b) ਧੁਰੇ ਤੇ ਵੇਖੀਏ? ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦਾ ਪਰਿਮਾਣ 0.42 G ਹੈ। ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਦੀ ਅਣਦੇਖੀ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹਾਂ।

ਹੋਰ ਅਭਿਆਸ (ADDITIONAL EXERCISES)

5.16 ਨਿਮਨ ਲਿਖਿਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨਾਂ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ—

(a) ਠੰਢਾ ਕਰਨ ਤੇ ਕਿਸੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦਾ ਨਮੂਨਾ ਵੱਧ ਚੁੰਬਕਨ ਕਿਉਂ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ ਕਰਦਾ ਹੈ। (ਇਕ ਹੀ ਚੁੰਬਕਕਾਰੀ ਖੇਤਰ ਲਈ)

(b) ਅਨੁਚੁੰਬਕਤਵ ਦੇ ਉੱਲਟ ਪ੍ਰਤੀਚੁੰਬਕਤਵ ਤੇ ਤਾਪ ਦਾ ਪ੍ਰਭਾਵ ਲਗਭਗ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਕਿਉਂ?

(c) ਜੇ ਇੱਕ ਟਾਰਰਾਇਡ ਵਿੱਚ ਬਿਸਮਥ ਦਾ ਕੋਰ ਲਗਾਇਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਇਸਦੇ ਅੰਦਰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ, ਉਸ ਸਥਿਤੀ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ, ਜਾਂ ਵੱਧ ਹੋਵੇਗਾ, ਜਦੋਂ ਕੋਰ ਖਾਲੀ ਹੋਵੇ।

(d) ਕੀ ਕਿਸੇ ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੀ ਚੁੰਬਕਸ਼ੀਲਤਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਜੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਉੱਚ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰਾਂ ਲਈ ਇਸਦਾ ਮਾਣ ਘੱਟ ਹੋਵੇਗਾ ਜਾਂ ਵੱਧ।

(e) ਕਿਸੇ ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਹਮੇਸ਼ਾ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ ਕਿਉਂ? (ਇਹ ਤੱਥ ਉਹਨਾਂ ਸਥਿਰ ਬਿਜਲਈ ਖੇਤਰ ਰੇਖਾਵਾਂ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਚਾਲਕ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਦੇ ਹਰੇਕ ਬਿੰਦੂ ਤੇ ਲੰਬਵਤ ਹੁੰਦੀਆਂ ਹਨ।

(f) ਕਿ ਕਿਸੇ ਅਨੁਚੁੰਬਕੀ ਨਮੂਨੇ ਦਾ ਅਧਿਕਤਮ ਸੰਭਵ ਚੁੰਬਕਣ, ਲੋਹ ਚੁੰਬਕ ਦੇ ਚੁੰਬਕਣ ਦੇ ਪਰਿਮਾਣ ਦੀ ਕੋਟੀ ਦਾ ਹੋਵੇਗਾ?

5.17 ਨਿਮਨਲਿਖਿਤ ਪ੍ਰਸ਼ਨ ਦੇ ਉੱਤਰ ਦਿਓ—

(a) ਲੋਹ-ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥ ਦੇ ਚੁੰਬਕਣ ਵਕਰ ਦੀ ਉੱਲਟਤਾ ਡੋਮੇਨਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਗੁਣਾਤਮਕ ਦ੍ਰਿਸ਼ਟੀਕੋਣ ਨਾਲ ਸਮਝਾਓ।

(b) ਨਰਮ ਲੋਹੇ ਦੇ ਇੱਕ ਟੁਕੜੇ ਦੇ ਹਿਸਟੈਰੇਸਿਸ ਲੂਪ ਦਾ ਖੇਤਰ ਕਾਰਬਨ-ਸਟੀਲ ਦੇ ਟੁਕੜੇ ਦੇ ਹਿਸਟੈਰੇਸਿਸ ਲੂਪ ਦੇ ਖੇਤਰਫਲ ਤੋਂ ਘੱਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ। ਜੇ ਪਦਾਰਥ ਨੂੰ ਵਾਰ ਵਾਰ ਚੁੰਬਕਣ ਚੱਕਰ ਤੋਂ ਗੁਜ਼ਾਰਿਆ ਜਾਵੇ ਤਾਂ ਕਿਹੜਾ ਟੁਕੜਾ ਵੱਧ ਊਸ਼ਮਾ ਊਰਜਾ ਉਤਪੰਨ ਕਰੇਗਾ।

(c) ਲੋਹ–ਚੁੰਬਕ ਵਰਗਾ ਹਿਸਟੈਰੇਸਿਸ ਲੂਪ ਪ੍ਰਦਰਸ਼ਨ ਕਰਨ ਵਾਲੀ ਕੋਈ ਪ੍ਰਣਾਲੀ ਸਮਰਿਤੀ ਸੰਗ੍ਰਹਿਣ ਦੀ ਯੁਕਤੀ ਹੈ। ਇਸ ਕਥਨ ਦੀ ਵਿਆਖਿਆ ਕਰੋ?

(d) ਕੈਸਿਟ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਫੀਤਿਆਂ ਤੇ ਪਰਤ ਚੜ੍ਹਾਉਣ ਲਈ ਜਾਂ ਆਧੁਨਿਕ ਕੰਪਿਊਟਰਾਂ ਵਿੱਚ ਸਮਰਿਤੀ ਸੰਗ੍ਰਹਿਣ ਲਈ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੇ ਲੋਹ–ਚੁੰਬਕੀ ਪਦਾਰਥਾਂ ਦਾ ਇਸਤੇਮਾਲ ਹੁੰਦਾ ਹੈ।

(e) ਕਿਸੇ ਸਥਾਨ ਨੂੰ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਤੋਂ ਸੁਰੱਖਿਅਤ ਰੱਖਣਾ ਹੈ? ਕੋਈ ਵਿਧੀ ਸੁਝਾਓ?

5.18 ਇੱਕ ਲੰਬੇ, ਸਿੱਧੇ, ਖਤਿਜ ਕੇਬਲ ਵਿੱਚ 2.5 A ਕਰੰਟ $10°$ ਦੱਖਣ ਪੱਛਮ ਤੋਂ $10°$ ਉੱਤਰ ਪੂਰਵ ਵੱਲ ਵੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਇਸ ਸਥਾਨ ਤੇ ਚੁੰਬਕੀ ਮੇਰੀਡੀਅਨ ਭੂਗੋਲਿਕ ਮੇਰੀਡੀਅਨ ਦੇ $10°$ ਪੱਛਮ ਦੇ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਇੱਥੇ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ 0.33 G ਅਤੇ ਨਮਨ ਕੋਣ ਸਿਫ਼ਰ ਹੈ। ਉਦਾਸੀਨ ਬਿੰਦੂਆਂ ਦੀ ਰੇਖਾ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰੋਂ (ਕੇਬਲ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਨੂੰ ਨਜ਼ਰ ਅੰਦਾਜ਼ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ)। (ਉਦਾਸੀਨ ਬਿੰਦੂਆਂ ਤੇ ਕਰੰਟ ਵਾਹਕ ਕੇਬਲ ਦੁਆਰਾ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਪ੍ਰਿਥਵੀ ਦੇ ਖਤਿਜ ਘਟਕ ਦੇ ਚੁੰਬਕੀ ਖੇਤਰ ਦੇ ਸਮਾਨ ਅਤੇ ਉੱਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦਾ ਹੈ)