

ਇਸ ਲਈ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ 'ਤੇ ਪੰਜਵੇਂ ਲੈਕਚਰ ਵਿੱਚ ਤੁਹਾਡਾ ਸਾਰਿਆਂ ਦਾ ਸੁਆਗਤ ਹੈ ਹੁਣ ਤੱਕ ਅਸੀਂ ਜੋ ਕੀਤਾ ਹੈ ਉਹ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਨਾ ਹੈ ਕਿ ਵੱਡੀਆਂ ਦੂਰੀਆਂ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਨਾ ਹੈ ਪੀਰੀਅਡਾਂ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਨਾ ਹੈ, ਅਸੀਂ ਖਗੋਲ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਦੁਆਰਾ ਨਿਰੀਖਣਾਂ ਦੇ ਆਧਾਰ 'ਤੇ ਕੋਪਲਰ ਦੁਆਰਾ ਤਿਆਰ ਕੀਤੇ ਗਏ ਤਿੰਨ ਨਿਯਮਾਂ ਦੀ ਵੀ ਬਹੁਤ ਲੰਮੀ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ ਹੈ। ਖਾਸ ਤੌਰ 'ਤੇ ਕੋਪਨਹੇਗਨ ਟਾਈਕੋ ਬ੍ਰੇਹ ਦੀ ਮਹਾਨ ਗੱਲ ਇਹ ਸੀ ਕਿ ਕੋਪਲਰ ਨੇ ਇਹ ਮਹਿਸੂਸ ਕੀਤਾ ਕਿ ਗ੍ਰਹਿਆਂ ਦੇ ਚੱਕਰਾਂ ਦਾ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸਰਲ ਵਰਣਨ ਸੂਰਜ ਤੋਂ ਧਰਤੀ ਤੋਂ ਸੂਰਜ ਤੱਕ ਚੱਕਰ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਨੂੰ ਬਦਲ ਕੇ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਬੇਸ਼ੱਕ ਇਹ ਚੱਕਰ ਨਹੀਂ ਹਨ। ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਉਹ ਅੰਡਾਕਾਰ ਸਨ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਇਸ ਕੋਰਸ ਵਿੱਚ ਕਾਫ਼ੀ ਹੱਦ ਤੱਕ ਨਜ਼ਰਅੰਦਾਜ਼ ਕਰ ਦੇਵਾਂਗੇ ਪਰ ਤੁਹਾਨੂੰ ਪਤਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਨਿਊਟਨ ਦੁਆਰਾ ਗੁਰੂਤਾਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਨਿਯਮ ਦੀ ਰਚਨਾ ਕੁਦਰਤੀ ਤੌਰ 'ਤੇ ਕੋਪਲਰੀਅਨ ਔਰਬਿਟ ਅਖੌਤੀ ਅੰਡਾਕਾਰ ਔਰਬਿਟ ਨੂੰ ਅਨੁਕੂਲ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਸਭ ਤੋਂ ਆਮ ਕੋਪਲਰੀਅਨ ਔਰਬਿਟ ਅੰਡਾਕਾਰ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਜੇਕਰ ਔਰਬਿਟ ਬੰਨ੍ਹਿਆ ਹੋਇਆ ਹੈ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਹ ਅੰਡਾਕਾਰ ਅਤੇ ਪੈਰਾਬੋਲਿਕ ਜਾਂ ਹਾਈਪਰਬੋਲਿਕ ਅਖੌਤੀ ਕੋਨਿਕ ਭਾਗ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਿਨ੍ਹਾਂ ਦਾ ਤੁਸੀਂ ਜਾਂ ਤਾਂ ਅਧਿਐਨ ਕਰ ਰਹੇ ਹੋ ਜਾਂ ich ਤੁਸੀਂ ਆਪਣੀ ਮਿਆਰੀ ਜਿਓਮੈਟਰੀ ਵਿੱਚ ਅਧਿਐਨ ਕਰੋਗੇ ਇਸਲਈ ਇਹ ਸਾਰੀਆਂ ਔਰਬਿਟ ਨਿਊਟੋਨੀਅਨ ਕਾਨੂੰਨ ਦੁਆਰਾ ਮੰਨੀਆਂ ਜਾਂਦੀਆਂ ਹਨ ਪਰ ਇੱਥੇ ਅਸੀਂ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਕਾਨੂੰਨ ਦੇ ਵੇਰਵਿਆਂ ਦੀ ਬਜਾਏ ਕਾਨੂੰਨ ਵਿੱਚ ਵਧੇਰੇ ਦਿਲਚਸਪੀ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਕਿਵੇਂ ਗਣਨਾ ਕਰਨੀ ਹੈ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਆਪਣੇ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਬਾਅਦ ਦੇ ਪੜਾਅ 'ਤੇ ਕਰੋਗੇ। ਜੀਵਨ ਅਸੀਂ ਆਪਣੇ ਆਪ ਨੂੰ ਸਰਕੁਲਰ ਔਰਬਿਟ ਦੀਆਂ ਸਪੱਸ਼ਟ ਤੌਰ 'ਤੇ ਬੱਝੀਆਂ ਅਵਸਥਾਵਾਂ ਤੱਕ ਸੀਮਤ ਰੱਖਾਂਗੇ, ਅਸੀਂ ਡਿਗਦੇ ਹੋਏ ਸਰੀਰਾਂ ਦੇ ਗੈਲੀਲੀਅਨ ਨਿਯਮ ਬਾਰੇ ਵੀ ਚਰਚਾ ਕੀਤੀ, ਜੋ ਕਿ ਅਸਾਧਾਰਣ ਤੌਰ 'ਤੇ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ, ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਕਿਹਾ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਡਿਗਦੇ ਸਰੀਰ ਦਾ ਪ੍ਰਵੇਗ ਸਾਰੇ ਪਦਾਰਥਾਂ ਲਈ ਇੱਕੋ ਜਿਹਾ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਭਾਵੇਂ ਉਹਨਾਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਦੀ ਪਰਵਾਹ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾਂ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਉਸ ਸਿਧਾਂਤ ਨੂੰ ਤਿਆਰ ਕੀਤਾ ਹੈ। ਇਸ ਨੂੰ ਬਰਾਬਰ ਦਾ ਸਿਧਾਂਤ ਕਹਿ ਕੇ ਹਾਲਾਂਕਿ ਇਹ ਸ਼ਬਦ ਆਈਨਸਟਾਈਨ ਦੁਆਰਾ 1910 ਜਾਂ 1912 ਦੇ ਆਸ-ਪਾਸ 20ਵੀਂ ਸਦੀ ਦੇ ਸ਼ੁਰੂ ਵਿੱਚ ਹੀ ਘੜਿਆ ਗਿਆ ਸੀ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਹ ਦਲੀਲ ਦਿੱਤੀ ਕਿ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦਾ ਸੁਮੇਲ ਜੋ ਕਿ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗਤੀ ਦੇ ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਨਾਲ ਸੈਂਟਰੀਪੈਟਲ ਫੋਰਸ ਪਲੱਸ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਹੈ। ਔਰਬਿਟ ਵਿੱਚ ਕੋਸ਼ਿਕਾ ਅਤੇ ਡਿਗਦੇ ਹੋਏ ਸਰੀਰਾਂ ਦਾ ਗੈਲੀਲੀਅਨ ਨਿਯਮ,

ਇਸ ਲਈ ਮੈਂ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਲਿਖਦਾ ਹਾਂ ਤਾਂ ਪਹਿਲਾਂ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਨਿਊਟਨ ਦੇ ਗਤੀ ਦੇ ਨਿਯਮ ਹਨ ਤਾਂ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਮਾ. king ਇਸ ਕਥਨ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਦੂਜੇ ਅਤੇ ਤੀਜੇ ਕਾਨੂੰਨ ਵਿੱਚ ਦਿਲਚਸਪੀ ਰੱਖਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਅਸੀਂ ਦੇਵਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਹੈ ਦੂਜਾ ਕਾਨੂੰਨ ਦੱਸਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਵੇਗ ਕਿਵੇਂ ਵਾਪਰਦਾ ਹੈ ਤੀਜਾ ਨਿਯਮ a ਅਤੇ b ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਬਲ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਮਰੂਪਤਾ ਜਾਂ ਪਰਸਪਰਤਾ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਦਾ ਹੈ ਉਹ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹਨ ਪਰ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾਵਾਂ ਵਿੱਚ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਕਥਨ ਲਾਜ਼ਮੀ ਤੌਰ 'ਤੇ ਗਤੀ ਦੀ ਸੰਭਾਲ ਦਾ ਇੱਕ ਪੁਨਰ-ਪ੍ਰਬੰਧ ਹੈ ਜੋ ਸਾਡੇ ਲਈ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਦੇਵਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ, ਫਿਰ ਅਸੀਂ ਸੈਂਟਰੀਪੈਟਲ ਬਲ ਦੀ ਧਾਰਨਾ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਦਾ ਸੰਕਲਪ ਬਣਾਇਆ ਤਾਂ ਕੀ ਕਰੀਏ? ਅਸੀਂ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਭੌਤਿਕ ਬਲ ਦੀ ਉਤਪਤੀ ਦੀ ਪਰਵਾਹ ਕੀਤੇ ਬਿਨਾਂ ਜਦੋਂ ਤੱਕ ਕੋਈ ਵਸਤੂ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਕੋਣੀ ਵੇਗ ਦੇ ਨਾਲ ਇੱਕ ਗੋਲ ਚੱਕਰ ਵਿੱਚ ਘੁੰਮ ਰਹੀ ਹੈ, ਤਦ ਇਸਨੂੰ ਹਮੇਸ਼ਾ mv ਵਰਗਾਕਾਰ r ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ, ਇਹ ਇੱਕ ਗਤੀਸ਼ੀਲ ਕਥਨ ਹੈ ਜੋ ਖਾਸ ਹੈ ਜੋ ਅਜੀਬ ਹੈ ਅਤੇ ਜੋ ਸਿਰਫ ਗੋਲ ਚੱਕਰਾਂ 'ਤੇ ਲਾਗੂ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਕੁਝ ਅਜਿਹਾ ਹੈ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਇਸ ਸੈਂਟਰੀਪੈਟਲ ਬਲ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਤੀਜੀ ਧਾਰਨਾ ਜੋ ਅਸੀਂ ਵਰਤੀ ਸੀ ਜਾਂ ਇਸ ਦੀ ਬਜਾਏ ਇਹ ਤੱਥ ਕਿ ਅਸੀਂ ਵਰਤਿਆ ਸੀ। ਸੁਤੰਤਰ ਤੌਰ 'ਤੇ ਡਿੱਗਣ ਵਾਲੀਆਂ ਲਾਜ਼ਾਂ ਦਾ ਗੈਲੀਲੀਅਨ ਨਿਯਮ ਠੀਕ ਹੈ ਅਤੇ ਅੰਤ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਉਨ੍ਹਾਂ ਨੂੰ ਕੋਪਲਰ ਦੇ ਨੁਕਸਾਨ ਨਾਲ ਜੋੜਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਤਿੰਨ ਨਿਯਮ ਕਿੰਨੇ ਨਿਯਮ ਸਨ ਇਸ ਲਈ ਪਹਿਲਾ ਨਿਯਮ ਬੇਸ਼ੱਕ ਗ੍ਰਹਿ ਚੱਕਰ ਸੀ ਜਿਸ ਨੂੰ ਅਸੀਂ ਗੋਲ ਚੱਕਰ ਨਾਲ ਬਦਲ ਦਿੱਤਾ, ਫਿਰ ਅਸੀਂ ਬਰਾਬਰ ਲੰਘਦੇ ਬਰਾਬਰ ਖੇਤਰਾਂ ਨੂੰ ਦੇਖਿਆ। ਸਮੇਂ ਦੇ ਅੰਤਰਾਲ ਅਤੇ ਤੀਸਰਾ ਜੋ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ, ਉਹ ਪੀਰੀਅਡ ਅਤੇ ਇੱਕ ਗ੍ਰਹਿ ਗ੍ਰਹਿ ਦੇ ਘੇਰੇ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਸਬੰਧ ਸੀ ਜੋ ਕਿ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੌਰ 'ਤੇ r ਘਣ ਦੁਆਰਾ t ਵਰਗਾਕਾਰ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਹੈ ਇਹ ਇਸ ਅਰਥ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਯੂਨੀਵਰਸਲ ਸਥਿਰ ਨਹੀਂ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਸਿਰਫ ਸੂਰਜ ਦੇ ਦੁਆਲੇ ਗ੍ਰਹਿਆਂ ਦੀ ਗਤੀ ਲਈ ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਹੈ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ,

ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਚੌਥਾ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰਿਆਂ ਨੂੰ ਜੋੜਿਆ ਅਤੇ ਪੁੱਛਿਆ ਕਿ ਅਜਿਹਾ ਕੀ ਕਾਨੂੰਨ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਦੇਖੇ ਗਏ ਤੱਥਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਇਕਸਾਰ ਹੋਵੇਗਾ? ਤੱਥ ਹਨ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਇਸ ਸਿੱਟੇ 'ਤੇ ਪਹੁੰਚੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਹ ਸਭ ਇਕਸਾਰਤਾ ਨਾਲ ਸਮਝਿਆ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜੇਕਰ ਮੈਂ ਇਹ ਮੰਨਦਾ ਹਾਂ ਕਿ ਮੇਰਾ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਬਲ ਇਕਾਈ ਵੈਕਟਰ ਵਿੱਚ r ਵਰਗ ਦੁਆਰਾ ਘਟਾਓ gmm ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਹੋਰ ਕੁਝ ਨਹੀਂ ਹੈ,

ਇਸ ਲਈ ਮੈਨੂੰ ਇਹ ਨਾ ਲਿਖਣ ਦਿਓ ਕਿ let m ਘਟਾਓ ਦਾ ਚਿੰਨ੍ਹ ਨਾ ਲਿਖੋ ਜਾਂ ਤਾਂ ਇਹ ਇੱਕ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਬਲ ਹੈ ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕੀ ਕਹਿ ਰਹੇ ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਰਹੇ ਹਾਂ ਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਉਲਟ ਵਰਗ ਨਿਯਮ ਹੈ ਅਤੇ ਇੱਥੇ ਦੇ ਪੁੰਜ ਹਨ ਜੋ ਕਿ ਪੁੰਜ m ਅਤੇ ਛੋਟੇ m ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਏ ਗਏ ਹਨ ਇਸ ਬਿੰਦੂ 'ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਉਸ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਨਹੀਂ ਮੰਨਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। m ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਵੱਡੇ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਛੋਟੇ m ਦਾ ਅਰਥ ਹੈ ਛੋਟੇ ਪੁੰਜ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਬਿਨਾਂ ਕਿਸੇ ਪੱਖਪਾਤ ਦੇ ਕਾਨੂੰਨ ਬਣਾਉਣਾ ਬਿਹਤਰ ਹੈ ਇਸਲਈ ਮੈਂ ਲਿਖਾਂਗਾ ਜੇਕਰ g ਬਰਾਬਰ ਹੈ gm 1 m 2 by r ਵਰਗ ਤਾਂ ਮੇਰਾ ਇਸ ਤੋਂ ਕੀ ਮਤਲਬ ਹੈ? ਮੈਂ ਇੱਥੇ ਇੱਕ ਪੁੰਜ m ਇੱਕ ਰੱਖਾਂਗਾ ਮੈਂ ਇੱਕ ਪੁੰਜ m ਦੇ ਨੂੰ ਇੱਥੇ m ਇੱਕ m ਦੇ ਰੱਖਾਂਗਾ ਇਹ ਦੂਰੀ ਹੈ r ਜੋ ਹੁਣ ਮੇਰੇ ਕੋਲ ਹੈ m ਇੱਕ m 2 ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਵੱਲ ਖਿੱਚਦਾ ਹੈ m 2 m1 ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਵੱਲ ਖਿੱਚਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਨੂੰ ਪਾ ਕੇ ਅਨੁਕੂਲਿਤ ਕਰਦੇ ਹੋ ਸਹੀ ਸੰਕੇਤ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ ਅਜਿਹਾ ਕੀਤਾ ਹੈ ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਇਸ ਮਹਾਨ ਕਾਨੂੰਨ ਕਿਰਪਾ ਕਰਕੇ ਯਾਦ ਰੱਖੋ ਕਿ ਅਸੀਂ ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਸੀ ਅਸੀਂ ਸਿਰਫ ਇਸ ਸਮੀਕਰਨ 'ਤੇ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਤਰਕਪੂਰਨ ਅਤੇ ਜਾਣੇ-ਪਛਾਣੇ ਤੱਥਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਗਟ ਕਰਨ ਦੇ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸਰਲ ਤਰੀਕੇ ਵਜੋਂ ਪਹੁੰਚੇ ਹਾਂ, ਇੱਕ ਕਾਨੂੰਨ ਕਦੇ ਵੀ ਸਾਬਤ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ। ਇਹ ਕੇਵਲ

ਇਸ ਲਈ ਪ੍ਰਮਾਣਿਤ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਮਹਾਨ ਕਾਨੂੰਨ gm 1 m2 by r ਵਰਗ ਹੈ ਕੋਪਰਨਿਕਸ ਟਾਈਕੋ ਬ੍ਰੇ ਖਗੋਲ ਵਿਗਿਆਨੀਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਾਰੇ ਨਿਰੀਖਣਾਂ ਦਾ ਸਿੱਟਾ ਹੈਲੀ ਪਹਿਲਾਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇੱਥੇ ਹੈਲਿਸ ਯੂਮਕੇਤੂ ਅਤੇ ਗੈਲੀਲੀਓ ਅਤੇ ਕੋਪਲਰ ਵੀ ਸਨ ਹਾਲਾਂਕਿ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਨਿਯਮ ਪ੍ਰਤੀ ਨਿਯਮ ਸਥਾਪਿਤ ਨਹੀਂ ਕਰਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਸਿਰਫ ਇਕਸਾਰ ਵਰਣਨ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਇਸਦੀ ਸੁਤੰਤਰ ਤਸਦੀਕ ਦੀ ਲੋੜ ਹੈ। ਇਹ ਕਾਨੂੰਨ ਕਾਨੂੰਨ ਦੀ ਇੱਕ ਸੁਤੰਤਰ ਤਸਦੀਕ ਵਿੱਚ ਸ਼ਾਮਲ ਹੈ ਕਿ ਸਾਨੂੰ ਮਨਮਾਨੇ ਲੋਕਾਂ ਨਾਲ ਸਰੀਰਾਂ ਨਾਲ ਨਜਿੱਠਣ ਦੇ ਯੋਗ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਇਸ ਸਥਿਰਤਾ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਨ ਦੇ ਯੋਗ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜੋ ਸਾਡੇ ਲਈ ਅਣਜਾਣ ਹੈ ਜਦੋਂ ਕਿ ਇਸ ਸਾਰੇ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਜੋ ਕੁਝ ਵੀ ਵਰਤਿਆ ਹੈ ਉਹ ਸੀ ਜੋ ਅਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਦੂਰੀਆਂ ਅਤੇ ਅਸੀਂ ਪੀਰੀਅਡਾਂ ਨੂੰ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਖੇਡਦੇ ਹਾਂ ਇਹੀ ਕਾਰਨ ਹੈ ਕਿ ਮੈਂ ਇਸ ਗੱਲ 'ਤੇ ਜ਼ੋਰ ਦੇ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਕਿ ਇਹ ਕਾਨੂੰਨ ਆਕਰਸ਼ਕ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਨਹੀਂ ਕਿ ਇਹ ਸੱਚ ਹੋਵੇ ਕਿ ਇਹ ਹਮੇਸ਼ਾਂ ਪ੍ਰਮਾਣਿਕ ਨਹੀਂ ਹੁੰਦਾ ਪਰ ਅਸੀਂ ਦਾਅਵਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿ ਨਿਊਟੋਨੀਅਨ ਕਾਨੂੰਨ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਰਵ ਵਿਆਪਕ ਹੈ। ਕਾਨੂੰਨ ਇਸ ਨੂੰ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨ ਦਾ ਯੂਨੀਵਰਸਲ ਨਿਯਮ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਸਾਨੂੰ ਥੋੜਾ ਹੋਰ ਕੰਮ ਕਰਨਾ ਪਏਗਾ,

ਇਸ ਲਈ ਮੈਨੂੰ ਸਲਾਈਡ 'ਤੇ ਜਾਣ ਦਿਓ ਅਤੇ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦਿਖਾਉਣ ਦਿਓ ਕਿ ਮੈਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਕੀ ਦੱਸਣ ਦਾ ਇਰਾਦਾ ਰੱਖਦਾ ਹਾਂ ਇਸ ਲਈ ਪਹਿਲੀ ਸਲਾਈ de ਸਾਰਾਂਸ਼ ਦਿੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਮੈਂ ਕਾਗਜ਼ ਦੀਆਂ ਸ਼ੀਟਾਂ 'ਤੇ ਲਿਖਿਆ ਹੈ,

ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਪੁੰਜ ਸ਼ਬਦ raa mod b ਬੋਡੀ b ਦੇ ਨਾਲ ਇੱਕ ਪੁੰਜ a ਦੇ ਨਾਲ ਇੱਕ ਬਿੰਦੂ rb 'ਤੇ ਸਥਿਤ ਹੈ, ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕੀ ਕਰਦੇ ਹਾਂ a ਨੂੰ ਵੱਖ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਵੈਕਟਰ ਨੂੰ ਪਰਿਭਾਸ਼ਿਤ ਕਰਨਾ ਹੈ। bra ਘਟਾਓ rb ਅਤੇ ਫਿਰ ਅਸੀਂ ਲਿਖਿਆ ਕਿ a on b ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਬਲ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਇਸਲਈ ਮੈਂ ਤੀਰ a go on b ਰੱਖਦਾ ਹਾਂ ਮਾਇਨਸ g mamb ਦੁਆਰਾ rab ਨੂੰ ਵੈਕਟਰ ਰੈਬ ਵਿੱਚ ਘਣ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਮੈਂ ਤੁਹਾਡੇ ਲਈ ਚਿੱਤਰ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਇਆ ਹੈ ਕਾਗਜ਼ ਦੀ ਸ਼ੀਟ ਠੀਕ ਹੈ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਗੈਲੀਲੀਅਨ ਕਾਨੂੰਨ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਤਾਂ ਮੈਂ ਸਿਰਫ ਇੱਕ ਤੱਥ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਗੈਲੀਲੀਅਨ ਨਿਯਮਾਂ ਦੇ ਦੋ ਪਹਿਲੂ ਹਨ ਇੱਕ ਪ੍ਰਵੇਗ ਡਿਗਦੇ ਸਰੀਰ ਦੇ ਪੁੰਜ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਜਾ ਇਹ ਕਿ ਪ੍ਰਵੇਗ ਸੁਤੰਤਰ ਹੈ ਜਿਸ ਉਚਾਈ 'ਤੇ ਸਰੀਰ ਧਰਤੀ ਤੋਂ ਹੈ ਠੀਕ ਹੈ ਇਹ ਉਹ ਬਿਆਨ ਹੈ ਜੋ ਮੈਂ ਬਣਾਉਣਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹਾਂ ਤਾਂ ਆਓ ਅਸੀਂ ਡਰਾਇੰਗ ਬੋਰਡ 'ਤੇ ਵਾਪਸ ਚੱਲੀਏ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਕੀ ਕਹਿਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਅਸੀਂ ਕਹਿਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਮੈਂ ਗੈਲੀਲੀਅਨ ਕਾਨੂੰਨ ਨੂੰ ਵੇਖਦਾ ਹਾਂ ਪੁੰਜ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਦੇ ਪਹਿਲੂ ਪ੍ਰਵੇਗ ਹਨ ਅਤੇ ਦੂਜਾ ਉਹ ਪ੍ਰਵੇਗ ਹੈ ਉਚਾਈ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਲੇਰੇਸ਼ਨ ਤਾਂ ਤੁਹਾਡਾ ਇਹ ਕਹਿਣ ਦਾ ਕੀ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਤੁਹਾਡੇ ਕੋਲ ਇੱਥੇ ਧਰਤੀ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇਕਰ ਸਰੀਰ ਹਰ ਉਚਾਈ 'ਤੇ ਹੇਠਾਂ ਡਿੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ h1 h2 ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅੱਗੇ ਪ੍ਰਵੇਗ ਉਹੀ ਹੈ ਜੋ g ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ, ਇਹ ਉਹ ਹੈ ਜੋ ਤੁਸੀਂ ਗ੍ਰੈਵੀਟੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਵੇਗ ਨੂੰ ਕਾਲ ਕਰੋ ਜੋ ਕਿ ਲਗਭਗ 9.8 ਮੀਟਰ ਪ੍ਰਤੀ ਵਰਗ ਵਰਗ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰੇ ਨਿਯਮਾਂ ਨੂੰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਲਈ ਮੈਂ ਇਹਨਾਂ ਤੱਥਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕੀਤੀ ਹੈ ਪਰ ਨਿਊਟੋਨੀਅਨ ਕਾਨੂੰਨ ਕਹਿੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਪ੍ਰਵੇਗ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਨ ਵਾਲੇ ਸਰੀਰ ਤੋਂ ਦੂਰੀ ਤੋਂ ਸੁਤੰਤਰ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ। ਵਰਗ ਮਿਆਦ ਜੇਕਰ r ਵਰਗ ਸ਼ਬਦ ਤੋਂ ਵੱਧ ਇੱਕ ਹੈ ਤਾਂ ਮੈਨੂੰ ਇਹ ਦਿਖਾਉਣ ਦਿਓ ਕਿ ਕਾਗਜ਼ ਦੀ ਤੁਹਾਡੀ ਅਗਲੀ ਸ਼ੀਟ ਵਿੱਚ

ਇਸ ਲਈ ਮੇਰੇ ਕੋਲ ਇੱਥੇ ਮੇਰੀ ਧਰਤੀ ਹੈ, ਆਓ ਅਸੀਂ ਇਹ ਕਹੀਏ ਕਿ ਇੱਕ ਸਰੀਰ ਡਿੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ ਤਾਂ ਜਿਵੇਂ ਸਰੀਰ ਡਿੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ ਸਖਤੀ ਨਾਲ ਬੋਲਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਇਹ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਹੇਠਾਂ ਆ ਰਿਹਾ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਵਾਧਾ ਤਾਂ ਇਹ ਸਿਧਾਂਤਕ ਤੌਰ 'ਤੇ ਸਿਧਾਂਤਕ ਕਥਨ ਹੈ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸ ਨੂੰ ਬਣਾਉਣ ਦੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਤਰੀਕੇ ਹਨ ਕਿ ਦੂਜੀ ਚੀਜ਼ ਜੋ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹੋ ਕਿ ਜੇਕਰ ਤੁਸੀਂ ਦੇ ਸਰੀਰ ਸੁੱਟਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਨਿਸ਼ਚਤ ਦੂਰੀ ਨਾਲ ਵੱਖ ਕੀਤੇ ਹੋਏ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ  $d$  ਗੈਲੀਲੀਓ ਕਹੇਗਾ ਕਿ ਉਹ ਵੀ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੇਠਾਂ ਡਿੱਗ ਜਾਵੇਗਾ ਤਾਂ ਦੂਰੀ  $d$  ਇੱਕ ਸਥਿਰ ਹੋਵੇਗੀ ਜੇਕਰ ਤੁਸੀਂ ਇੱਕ ਨਿਰੀਖਣ ਕਰਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਆਓ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਟਾਵਰ ਦੇ ਸਿਖਰ ਤੋਂ ਕਹੀਏ ਜਦੋਂ ਕਿ ਨਿਊਟੋਨੀਅਨ ਕਾਨੂੰਨ ਦੇ ਅਨੁਸਾਰ ਉਹ ਦੋਵੇਂ ਕੇਂਦਰ ਵੱਲ ਡਿੱਗੇ ਹੋਏ ਚਾਹੀਦੇ ਹਨ ਇਸਲਈ ਉਹ ਇਸਦੇ ਸਬੰਧ ਵਿੱਚ ਬਿਲਕੁਲ ਸਮਾਨਾਂਤਰ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੇ ਇੱਕ ਦੂਜੇ ਨੂੰ

ਇਸ ਲਈ ਨਿਊਟੋਨੀਅਨ ਗਰੈਵਿਟੀ ਗੈਲੀਲੀਅਨ ਨਿਯਮ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸੁਧਾਰ ਦਿੰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਕੀ ਹੈ ਸਭ ਤੋਂ ਪਹਿਲਾਂ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸਰੀਰ ਦੇ ਹੇਠਾਂ ਡਿੱਗਣ ਨਾਲ ਪ੍ਰਵੇਗ ਵਧਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇਕਰ ਦੇ ਸਰੀਰ ਇੱਕ ਵਿਭਾਜਨ  $d$  ਨਾਲ ਸ਼ੁਰੂ ਹੁੰਦੇ ਹਨ ਤਾਂ ਉਹਨਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਘਟਦੀ ਰਹਿੰਦੀ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਉਹ ਉਸ ਵੱਲ ਡਿੱਗੇ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਦੋਵੇਂ ਕੇਂਦਰ ਵੱਲ ਡਿੱਗਦੇ ਹਨ ਇਹ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਅਤਿਕਥਨੀ ਵਾਲਾ ਅੰਕੜਾ ਹੈ ਇਸ ਬਾਰੇ ਕਦੇ ਵੀ ਕੋਈ ਪਰਵਾਹ ਨਹੀਂ,

ਇਸ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਦੇਖਣਾ ਹੈ ਕਿ ਨਿਊਟੋਨੀਅਨ ਗਰੈਵਿਟੀ ਕਿਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀ ਸੁਧਾਰ ਕਰਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਇਹ ਇੰਨਾ ਵੱਡਾ ਨਾ ਹੋਵੇ ਕਿ ਗੈਲੀਲੀਅਨ ਨਿਯਮ ਹੋਵੇਗਾ। ਇਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਨਿਊਟਨ ਦੁਆਰਾ ਗੁਰੁਤਾਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਯੂਨੀਵਰਸਲ ਫਾਰਮੂਲੇ ਦੀ ਉਲੰਘਣਾ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤਹ 'ਤੇ ਨਹੀਂ ਹੋਵੇਗੀ ਜੇ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ,

ਇਸ ਲਈ ਆਓ ਅਸੀਂ ਇਹ ਠੀਕ ਕਰੀਏ ਕਿ ਇਹ ਫਿਕਸਿੰਗ ਇੱਕ ਮੁਸ਼ਕਲ ਚੀਜ਼ ਨਹੀਂ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਹੈ ਕਿ ਮੈਂ ਪ੍ਰਵੇਗ ਵਿੱਚ ਪੁੰਜ ਲਿਖਣ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਇਹ ਖੱਬੇ ਪਾਸੇ ਇੱਕ ਸੁਤੰਤਰ ਤੌਰ 'ਤੇ ਡਿੱਗਦਾ ਸਰੀਰ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਹੁਣ ਤੱਕ ਵੰਡਿਆ ਗਿਆ ਧਰਤੀ ਦਾ ਗੁਰੂਮ ਪੁੰਜ ਹੋਵੇਗਾ, ਮੈਂ ਬੋੜਾ ਹੋਰ ਧਿਆਨ ਰੱਖਾਂਗਾ। ਮੈਂ ਇਸਨੂੰ ਧਰਤੀ ਦੇ ਘੇਰੇ ਅਤੇ ਪੂਰੇ ਵਰਗ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਲਿਖਾਂਗਾ,

ਇਸ ਲਈ ਯਾਦ ਰੱਖੋ ਕਿ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਦੇ ਸਰੀਰਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਦੀ ਗੱਲ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਸਾਡੇ ਦਿਮਾਗ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਹੁੰਦੇ ਹਾਂ, ਇਹ ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਉਚਾਈ ਤੋਂ ਹੈ। ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਨੂੰ ਦੁਬਾਰਾ ਦੁਹਰਾਉਣ ਲਈ ਇਹ ਮੇਰਾ  $h$  ਹੈ ਅਤੇ ਮੇਰਾ  $r$  ਇੱਥੇ ਕਿਤੇ ਹੈ,

ਇਸ ਲਈ ਮੈਨੂੰ ਇਹ ਦਰਸਾਉਣ ਲਈ ਇੱਕ ਰੇਖਾ ਖਿੱਚਣ ਦਿਓ ਕਿ ਉਹ ਰੇਡੀਅਸ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਹੈ ਯਾਦ ਰੱਖੋ ਕਿ ਮੈਂ 10 ਮੀਟਰ 20 ਮੀਟਰ 100 ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਦੀ ਉਚਾਈ ਦੀ ਗੱਲ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਮੀਟਰ ਹੋ ਸਕਦਾ ਹੈ ਪਰ ਧਰਤੀ ਦਾ ਘੇਰਾ ਮੈਟੇ ਤੌਰ 'ਤੇ 6 400 ਕਿਲੋਮੀਟਰ ਹੈ ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਵੱਡੇ ਅਨੁਪਾਤ ਦੀ ਗੱਲ ਕਰ ਰਹੇ ਹਾਂ ਮੈਂ ਉਸ ਸੰਖਿਆ 'ਤੇ ਆਵਾਂਗਾ ਤਾਂ ਇਹ ਉਹ ਹੈ ਜੋ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਪੁੰਜ ਦੀਆਂ ਸ਼ਰਤਾਂ ਹਨ, ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਪੁੰਜ ਇਨਰਸ਼ੀਅਲ ਪੁੰਜ ਦੇ ਸਮਾਨ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਹੁਣ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਕਿਹੜਾ ਏਸੀ ਬਚਿਆ ਹੈ ਅਸਲ ਵਿੱਚ  $h$  'ਤੇ ਨਿਰਭਰ ਕਰਦਾ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਕਿਹੜੀ ਚਾਲ ਹੈ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਕਰਨ ਦੀ ਚਾਲ ਹੈ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਵਰਤਣੀ ਹੈ ਇਹ ਨੋਟ ਕਰਨਾ ਹੈ ਕਿ ਇਹ  $h$   $r$  ਦੇ ਮੁਕਾਬਲੇ ਬਹੁਤ ਛੋਟਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਮੈਂ ਇਹ ਮੰਨ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਕਿ ਇਹ ਰੇਡੀਅਲੀ ਉਲਟਾ ਡਿੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਮੇਰੇ ਕੋਲ ਨਹੀਂ ਹੈ ਅਖੌਤੀ ਡਾਟ ਉਤਪਾਦਾਂ ਅਤੇ ਵੈਕਟਰਾਂ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੀਆਂ ਚੀਜ਼ਾਂ ਬਾਰੇ ਚਿੰਤਾ ਕਰਨ ਲਈ ਇਹ ਇੱਕ ਲੀਨੀਅਰ ਮੋਸ਼ਨ ਹੈ ਇਸਲਈ ਮੈਨੂੰ ਇਹ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ  $h$  by  $re$  1 ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਮੈਨੂੰ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਕੀ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਇਸਨੂੰ  $g$   $me$   $over$   $h$  ਵਰਗ ਵਿੱਚ 1 ਓਵਰ 1 ਪਲੱਸ  $h$  ਬਾਇ ਪੂਰੇ ਵਰਗ ਵਿੱਚ ਲਿਖਣਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ  $h$  ਬਾਇ ਹੀ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਛੋਟੀ ਮਾਤਰਾ ਹੈ ਇਹ 1 ਉੱਤੇ ਇੱਕ ਗੜਬੜ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਕੁਝ ਨਹੀਂ ਹੈ। ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਕੀ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ। ਕੀ ਸਾਨੂੰ ਸਿਰਫ਼ ਇੱਕ ਬਾਇਨੋਮੀਅਲ ਐਕਸਪੈਂਸ਼ਨ ਜਾਂ ਟੇਲਰ ਐਕਸਪੈਂਸ਼ਨ ਕਰਨਾ ਹੈ ਜੇਕਰ ਤੁਸੀਂ ਅਜਿਹਾ ਮਹਿਸੂਸ ਕਰਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਮੈਨੂੰ ਉਹ ਗਣਨਾ ਕਰਨ ਦਿਓ ਤਾਂ ਜੋ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਦੋਨੋਮੀਅਲ ਐਕਸਪੈਂਸ਼ਨ  $h$  ਨੂੰ ਇੱਕ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਕਰਕੇ ਬਣਾਉਣਾ ਹੈ, ਆਓ ਮੈਂ ਇਸਨੂੰ  $x$  ਕਹਿ ਸਕਦਾ ਹਾਂ। ਮੈਂ ਇਸਨੂੰ ਕਾਲ ਕਰ ਰਿਹਾ/ਰਹੀ ਹਾਂ ਯਾਦ ਰੱਖੋ  $h$  ਧਰਤੀ ਦੀ ਸਤ੍ਹਾ ਤੋਂ ਉਚਾਈ ਹੈ  $re$  ਧਰਤੀ ਦਾ ਘੇਰਾ ਹੈ ਅਤੇ ਮੈਨੂੰ ਦਿਲਚਸਪੀ ਹੈ  $i$   $n$  ਸ਼ਬਦ 1 ਓਵਰ ਪੁਨਰ ਪਲਸ  $h$  ਪੂਰੇ ਵਰਗ ਵਿੱਚ ਇਹ ਮਾਤਰਾ ਕੁਝ ਨਹੀਂ ਹੈ ਪਰ 1 ਓਵਰ ਪੁਰੀ ਨੂੰ 1 ਪਲੱਸ  $h$  ਵਿੱਚ 1 ਪਲੱਸ  $h$  ਦੁਆਰਾ ਪੁਨਰ ਵਰਗ ਵਿੱਚ ਜੋ ਕੁਝ ਮੈਂ ਕੀਤਾ ਹੈ ਉਹ ਹੈ ਹੀ ਨੂੰ ਬਾਹਰ ਕੱਢਣ ਲਈ ਅਤੇ ਇਹ ਮਾਤਰਾ 1 ਓਵਰ ਪੁਨਰ ਵਰਗ ਵਿੱਚ 1 ਪਲੱਸ  $x$  ਪੂਰੇ ਵਿੱਚ ਹੈ। ਵਰਗ ਇਹ ਉਹ ਸਮੀਕਰਨ ਹੈ ਜੋ ਮੈਂ ਚਾਹੁੰਦਾ ਸੀ,

ਇਸ ਲਈ ਮੈਨੂੰ ਉਸ ਸਮੀਕਰਨ ਨੂੰ ਖੋਲ੍ਹਣ ਦਿਓ ਅਤੇ ਦੇਖਣ ਦਿਓ ਕਿ ਇਹ ਕੀ ਹੈ ਤਾਂ ਮੇਰੇ ਕੋਲ 1 ਵੱਧ 1 ਪਲੱਸ  $x$  ਪੂਰਾ ਵਰਗ 1 ਪਲੱਸ 2  $x$  ਪਲੱਸ  $x$  ਵਰਗ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਮੇਰੇ ਕੋਲ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਮੈਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦੱਸਿਆ  $x$  ਦਾ ਵਰਗ 1 ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ  $x$  ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਘੱਟ ਹੈ ਇਸਲਈ ਜੇਕਰ ਮੈਂ ਪ੍ਰਮੁੱਖ ਕ੍ਰਮ ਯੋਗਦਾਨ ਵਿੱਚ ਦਿਲਚਸਪੀ ਰੱਖਦਾ ਹਾਂ ਤਾਂ ਮੈਂ ਇਸ ਸ਼ਬਦ ਨੂੰ ਛੱਡ ਸਕਦਾ ਹਾਂ ਇਸਲਈ ਇੱਕ ਵਾਰ ਜਦੋਂ ਮੈਂ ਇਸ ਸ਼ਬਦ ਨੂੰ ਛੱਡ ਦੇਵਾਂਗਾ ਤਾਂ ਇਹ ਲਗਭਗ 1 ਓਵਰ 1 ਪਲੱਸ 2  $x$  ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਤੁਹਾਡਾ ਬਾਇਨੋਮੀਅਲ ਸਮੀਕਰਨ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੌਰ 'ਤੇ ਮੈਨੂੰ ਦੱਸੇ ਕਿ ਇਹ ਲਗਭਗ 1 ਘਟਾਓ 2 $x$  ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਜੋ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਜਾ ਰਹੇ ਹਾਂ ਇਸਲਈ ਅਸੀਂ ਹੁਣ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਫੋਰਸ ਵਿੱਚ ਆਉਣ ਵਾਲੇ ਸੁਧਾਰ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਨ ਦੀ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਹਾਂ ਜੋ ਵੀ ਸਥਿਰ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਕੀ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ ਮੇਰਾ  $f$  ਦਾ  $g$  ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ  $g$   $mem$   $by$   $re$  ਵਰਗ ਨੂੰ 1 ਘਟਾਓ 2  $h$   $by$   $re$   $i$  ਇਸ ਬਰਾਬਰ ਨੂੰ ਲਿਖ ਸਕਦਾ ਹੈ ਟਿਕੁਲਰ ਸਮੀਕਰਨ ਹੁਣ ਇਹ ਉਹ ਸੁਧਾਰ ਹੈ ਜੋ ਮੈਂ ਹੁਣ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਜੇਕਰ ਮੈਂ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸ਼ਬਦ ਨੂੰ ਅਣਡਿੱਠ ਕਰਦਾ ਹਾਂ ਤਾਂ ਇਹ  $ma$  ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਹੋਰ ਕੁਝ ਨਹੀਂ ਹੈ,

ਇਸ ਲਈ ਇਸ ਵਿਸ਼ੇਸ਼ ਸ਼ਬਦ ਨੂੰ ਅਣਡਿੱਠ ਕਰੋ ਇਹ  $m$  ਰੱਦ ਕਰਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਮੇਰਾ ਪ੍ਰਵੇਗ ਕੁਝ ਵੀ ਨਹੀਂ ਹੈ ਪਰ  $m$  ਦੁਆਰਾ  $fg$  ਜੋ  $r$  ਦੁਆਰਾ  $gm$   $v$  ਹੈ। ਵਰਗ ਜੋ ਗੁਰੁਤਾਕਰਸ਼ਣ ਦੇ ਕਾਰਨ ਤੁਹਾਡੀ ਪ੍ਰਵੇਗ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਬਹੁਤ ਜ਼ਰੂਰੀ ਹੈ ਜੋ ਅਸੀਂ ਕਹਿ ਰਹੇ ਹਾਂ ਕਿ ਸਾਰੇ ਵਿਹਾਰਕ ਉਦੇਸ਼ਾਂ ਲਈ ਧਰਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਪ੍ਰਵੇਗ ਸਥਿਰ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਸਰੀਰ ਜਿਸ ਉਚਾਈ ਤੋਂ ਡਿੱਗ ਰਿਹਾ ਹੈ ਉਹ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਛੋਟਾ ਸੁਧਾਰ ਹੈ ਜਾਂ ਧਰਤੀ ਦੇ ਘੇਰੇ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਗੜਬੜ ਇਸਲਈ ਇਹ ਅੰਦਾਜ਼ਾ ਲਗਾਉਣਾ ਮੁਸ਼ਕਲ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿ  $x$  ਦਾ ਮੁੱਲ ਕੀ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਭਾਵੇਂ ਮੈਂ  $h$  100 ਮੀਟਰ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਬਹੁਤ ਵੱਡੀ ਗਿਣਤੀ ਹੈ ਧਰਤੀ ਦਾ ਮੇਰਾ ਘੇਰਾ 6400 ਕਿਲੋਮੀਟਰ ਹੈ ਤਾਂ ਜੋ ਇਹ ਹੋਵੇਗਾ 6.4 ਵਿੱਚ 10 ਵਿੱਚ 6 ਦੀ ਪਾਵਰ ਹੋਵੇ ਇਸਲਈ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹੋ ਕਿ  $x$  ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਛੋਟਾ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਅਸੀਂ ਕੀ ਕੀਤਾ ਹੈ ਅਸੀਂ ਸਾਰੇ ਪਹਿਲੂਆਂ ਨੂੰ ਸੁਤੰਤਰ ਤੌਰ 'ਤੇ ਡਿੱਗਣ ਵਾਲੇ ਕਾਨੂੰਨ ਨੂੰ ਸੁਤੰਤਰ ਤੌਰ 'ਤੇ ਡਿੱਗਣ ਵਾਲੇ ਸਰੀਰ ਦੇ ਕਾਨੂੰਨ ਦਾ ਨਿਊਟੋਨੀਅਨ ਕਾਨੂੰਨ ਨਾਲ ਮਿਲਾ ਲਿਆ ਹੈ ਤਾਂ ਦੂਜੇ ਸ਼ਬਦਾਂ ਵਿੱਚ ਸਾਡੇ ਕੋਲ ਈ ਜਾਣੇ-ਪਛਾਣੇ ਤੱਥਾਂ ਦੇ ਨਾਲ ਇਕਸਾਰਤਾ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤੀ ਤਾਂ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਵਿਸ਼ਵਾਸ ਅਤੇ ਵਿਸ਼ਵਾਸ ਦਿਵਾਏ ਕਿ ਸ਼ਾਇਦ ਨਿਊਟੋਨੀਅਨ ਗੁਰੁਤਾਕਰਸ਼ਣ ਦਾ ਨਿਯਮ ਸਹੀ ਨਿਯਮ ਹੈ ਜਿਸ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਸਾਨੂੰ ਹੁਣ ਤੱਕ ਜੋ ਵੀ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਉਸ ਤੋਂ ਪਰੇ ਜਾਣ ਦੇ ਯੋਗ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਹੋਰ ਪ੍ਰਯੋਗਾਤਮਕ ਤਸਦੀਕ ਲੱਭਣ ਦੇ ਯੋਗ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਨਵੇਂ ਵਰਤਾਰਿਆਂ ਦੀ ਭਵਿੱਖਬਾਣੀ ਕਰਨ ਦੇ ਯੋਗ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਜੋ ਅਸੀਂ ਪਹਿਲਾਂ ਨਹੀਂ ਦੇਖਿਆ ਸੀ ਅਤੇ ਇਹ ਬਿਲਕੁਲ ਉਹੀ ਹੈ ਜੋ ਨਿਊਟਨ ਨੇ ਇਸ ਦੀ ਸ਼ਲਾਘਾ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀਤੀ ਸੀ ਕਿ ਆਓ ਅਸੀਂ ਉਸ ਸਲਾਈਡ 'ਤੇ ਵਾਪਸ ਚੱਲੀਏ ਜੋ ਮੈਂ ਬਣਾਈ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ ਸਲਾਈਡ ਇੱਕ ਸੰਖਿਆ ਦਿਖਾਉਂਦੀ ਹੈ ਜੋ ਲਗਭਗ 3 ਤੋਂ 10 ਤੱਕ ਹੈ। ਘਟਾਓ 4 ਦੀ ਸ਼ਕਤੀ ਇਸਲਈ ਇਹ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਛੋਟੀ ਸੰਖਿਆ ਹੈ ਜੋ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕਦੇ ਹੋ ਇਸਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਸਥਿਰਾਂ ਦਾ ਸੁਧਾਰ ਮੈਟੇ ਤੌਰ 'ਤੇ ਉਸ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਵੀ ਅਸੀਂ ਇੱਕ ਸਥਿਰ 10 ਮੀਟਰ ਪ੍ਰਤੀ ਸਕਿੰਟ ਵਰਗ ਜਾਂ 9.8 ਮੀਟਰ ਪ੍ਰਤੀ ਸਕਿੰਟ ਵਰਗ ਵਜੋਂ ਮੰਨਦੇ ਹਾਂ, ਸੁਧਾਰ ਇੱਕ ਹਿੱਸਾ ਹੋਵੇਗਾ। 10 000 ਵਿੱਚ ਇਹ ਬਿਆਨ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ 10 ਹਜ਼ਾਰ ਵਿੱਚ ਤਿੰਨ ਹਿੱਸੇ ਬਣਾ ਰਹੇ ਹਾਂ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦੀ ਗੈਰ-ਗੋਲਾਕਾਰ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਅਤੇ ਧਰਤੀ ਦੀ ਘੁੰਮਣ ਵਾਲੀ ਪ੍ਰਕਿਰਤੀ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸੁਧਾਰ ਆ ਰਿਹਾ ਹੈ। ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਜੜਤ ਫਰੇਮ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਆਪਣੇ ਧੁਰੇ ਦੇ ਦੁਆਲੇ ਘੁੰਮ ਰਿਹਾ ਹੈ ਇਸ ਤੋਂ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਬਿਲਕੁਲ ਵੀ ਮਾੜਾ ਅਨੁਮਾਨ ਨਹੀਂ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਹੁਣ ਸਾਨੂੰ ਸਥਿਤੀ ਦਾ ਜਾਇਜ਼ਾ ਲੈਣਾ ਪਵੇਗਾ ਕਿ ਅਸੀਂ ਕੀ ਕੀਤਾ ਹੈ ਅਸੀਂ ਜਾਣੇ-ਪਛਾਣੇ ਨਿਰੀਖਣਾਂ ਦੇ ਅਧਾਰ ਤੇ ਇੱਕ ਕਾਨੂੰਨ ਬਣਾਇਆ ਹੈ ਪਰ ਕੀ ਕੀ ਇਹ ਸਾਨੂੰ ਪਤਾ ਸੀ ਕਿ ਅਸੀਂ ਦੂਰੀਆਂ ਨੂੰ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਪੀਰੀਅਡਾਂ ਨੂੰ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਪਰ ਅਸੀਂ ਪੁੰਜ ਨਹੀਂ ਜਾਣਦੇ ਜਦੋਂ ਗੈਲੀਲੀਓ ਨੇ ਪੁੰਜ ਸੁੱਟਿਆ ਤਾਂ ਉਹ ਡਿੱਗਦੇ ਸਰੀਰ ਦੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਜਾਣਦਾ ਸੀ ਪਰ ਯਕੀਨੀ ਤੌਰ 'ਤੇ ਗੈਲੀਲੀਓ ਨੂੰ ਧਰਤੀ ਦਾ ਪੁੰਜ ਨਹੀਂ ਪਤਾ ਸੀ  $g$  ਮੁੱਲ ਨਿਰਧਾਰਤ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਹੈ। ਇਹ ਇੱਕ ਅਣਜਾਣ ਸਥਿਰਤਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਗੈਲੀਲੀਅਨ ਨਿਯਮ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਸਥਿਰਾਂਕ ਵਿੱਚ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਗੈਲੀਲੀਅਨ ਨਿਯਮ ਧਰਤੀ ਦੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਸਥਿਰਾਂਕ ਵਿੱਚ ਧਰਤੀ ਦੇ ਵਰਗ ਦੇ ਘੇਰੇ ਦੁਆਰਾ ਵੰਡਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਪਰ ਮੈਂ ਇਹ ਮੰਨ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਧਰਤੀ ਦੇ ਘੇਰੇ ਨੂੰ ਜਾਣੇ ਜਦੋਂ ਸਾਰੇ ਲੋਕ ਧਰਤੀ ਦੇ ਦੁਆਲੇ ਨੈਵੀਗੇਟ ਕਰ ਸਕਦੇ ਸਨ ਜਾਂ ਅਰਿਸਟੋਟਲ ਦਾ ਮਹਾਨ ਪ੍ਰਯੋਗ ਧਰਤੀ ਦੇ ਘੇਰੇ ਨੂੰ ਠੀਕ ਕਰਨ ਦੀ ਕਿਸਮ ਹੈ ਤਾਂ ਹੁਣ ਜੇਕਰ ਤੁਸੀਂ ਇਸ ਤੋਂ ਅੱਗੇ ਜਾਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹੋ ਅਤੇ ਜੇਕਰ ਤੁਸੀਂ ਇੱਥੇ ਦੇਖਣ ਦਾ ਦਾਅਵਾ ਕਰਨਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹਾਂ, ਮੇਰੇ ਕੋਲ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨ ਦਾ ਇੱਕ ਵਿਆਪਕ ਨਿਯਮ ਹੈ, ਮੈਂ

ਬਿਹਤਰ ਢੰਗ ਨਾਲ ਪੁੰਜ ਜਾਂ  $g$  ਜਾਂ ਦੋਵੇਂ ਸੁਤੰਤਰ ਤੌਰ 'ਤੇ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਦਾ ਹਾਂ ਅਤੇ ਪੁਸ਼ਟੀ ਕਰਦਾ ਹਾਂ ਕਿ ਕਾਨੂੰਨ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹ ਇੱਕ ਕੰਮ ਸੀ ਜੋ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ ਅਤੇ ਜੋ ਉਸਨੇ ਕੀਤਾ ਸੀ ਉਹ ਸਿੱਧੇ ਤੌਰ 'ਤੇ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਨਾ ਸੀ। ਗੈਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਸਥਿਰਤਾ ਇਹ ਭੌਤਿਕ ਵਿਗਿਆਨ ਦੇ ਇਤਿਹਾਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਕਲਾਸਿਕ ਪ੍ਰਯੋਗਾਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਹੈ ਜੋ ਉਸਨੇ 97 ਅਤੇ 98 ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਇੱਕ ਸਾਲ ਦੀ ਮਿਆਦ ਵਿੱਚ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਉਸਨੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਧਿਆਨ ਨਾਲ ਨਿਰੀਖਣ ਕੀਤੇ ਅਤੇ ਉਹ  $j$  ਦੇ ਇਸ ਮੁੱਲ 'ਤੇ ਪਹੁੰਚਿਆ ਜੋ ਕਿ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਛੋਟੀ ਜਿਹੀ ਸੰਖਿਆ ਹੈ। ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਸਟੈਟਿਕ ਬਲ ਦੀ ਤਾਕਤ ਜੋ  $e$  ਵਰਗ ਦੁਆਰਾ ਦਿੱਤੀ ਜਾਂਦੀ ਹੈ ਚਾਰ ਪਾਈ ਐਪਸੀਲੋਨ ਨਟ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੋਰ ਅਤੇ ਸਾਨੂੰ ਇਹ ਸਮਝਣ ਵਿੱਚ ਕੁਝ ਸਮਾਂ ਬਿਤਾਉਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨੇ ਇਤਿਹਾਸਕ ਤੌਰ 'ਤੇ  $g$  ਦਾ ਮੁੱਲ ਕਿਵੇਂ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕੀਤਾ ਹੈ, ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨੇ ਇਹ ਦਾਅਵਾ ਨਹੀਂ ਕੀਤਾ ਕਿ ਉਹ ਮੁੱਲ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰ ਰਿਹਾ ਸੀ। ਗੈਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਸਥਿਰਤਾ ਦਾ ਪਰ ਉਸਨੇ ਇੱਕ ਹੋਰ ਦਿਲਚਸਪ ਦਾਅਵਾ ਕੀਤਾ ਉਸਨੇ ਦਾਅਵਾ ਕੀਤਾ ਕਿ ਉਹ ਧਰਤੀ ਨੂੰ ਤੋਲ ਰਿਹਾ ਸੀ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਉਸਨੇ ਉਹ ਬਿਆਨ ਵੀ ਨਹੀਂ ਦਿੱਤਾ ਜਿਸਦਾ ਉਸਨੇ ਦਾਅਵਾ ਕੀਤਾ ਸੀ ਕਿ ਉਸਨੂੰ ਲੱਭਿਆ ਗਿਆ ਸੀ। ਧਰਤੀ ਦੀ ਘਣਤਾ ਬਾਰੇ ਕਿਉਂਕਿ 18ਵੀਂ ਸਦੀ ਵਿੱਚ ਜਦੋਂ ਕੈਵੇਨਡਿਸ਼ ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰ ਰਿਹਾ ਸੀ ਤਾਂ ਲੋਕ ਧਰਤੀ ਦੀ ਘਣਤਾ ਵਿੱਚ ਬਹੁਤ ਗੰਭੀਰਤਾ ਨਾਲ ਦਿਲਚਸਪੀ ਰੱਖਦੇ ਸਨ ਇਸਲਈ ਉਹ ਧਰਤੀ ਦੀ ਘਣਤਾ ਨੂੰ ਮਾਪਣਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਸੀ ਮੈਨੂੰ ਨਹੀਂ ਪਤਾ ਕਿ ਮੈਂ ਰੇਡੀਅਸ ਸੇ ਕੇਵਿਨ ਕਿਹਾ। ਨੇ ਖੁਲਾਸਾ ਕੀਤਾ ਕਿ ਉਹ ਧਰਤੀ ਦੀ ਘਣਤਾ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਨਿਰਧਾਰਿਤ ਕਰ ਰਿਹਾ ਸੀ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਧਰਤੀ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਸਮਾਨ ਪੁੰਜ ਵੰਡ ਹੈ ਜੋ ਸੱਚ ਨਹੀਂ ਹੈ ਪਰ ਕੋਈ ਗੱਲ ਨਹੀਂ ਪਰ ਅਸੀਂ ਇਹਨਾਂ ਸਾਰੀਆਂ ਧਾਰਨਾਵਾਂ ਨਾਲ ਬਹੁਤ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਕਿਸੇ ਕਿਸਮ ਦਾ ਸੰਪਰਕ ਬਣਾ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਪਰ ਜਿੱਥੋਂ ਤੱਕ ਸਾਡਾ ਸਬੰਧ ਹੈ, ਕੀ ਸੱਚਮੁੱਚ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ ਕਿ ਗੈਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਸਥਿਰਤਾ ਇੱਕ ਇਤਿਹਾਸਕ ਪੱਖ ਹੈ ਜੋ ਇਸ ਸਮੇਂ ਦਿਲਚਸਪ ਹੈ ਕਿ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨੇ ਬਹੁਤ ਸਾਰੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤੇ ਪਰ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ ਅਸੀਂ ਮਾਈਕਲਸਨ ਮਾਰਲੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਹਿੰਦੇ ਹਾਂ ਕਿਉਂਕਿ ਸਪੱਸ਼ਟ ਤੌਰ 'ਤੇ ਇਹ ਸਭ ਤੋਂ ਵੱਧ ਮਨਾਇਆ ਗਿਆ ਸੀ

ਇਸ ਲਈ ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਕਹਿੰਦੇ ਹੋ। ਪ੍ਰਯੋਗ ਅਸੀਂ ਹਮੇਸ਼ਾ ਗੈਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਬਲ ਦੇ ਸਥਿਰ ਪੁੰਜ  $g$  ਦੇ ਨਿਰਧਾਰਨ ਦਾ ਹਵਾਲਾ ਦਿੰਦੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਆਓ ਦੇਖੀਏ ਕਿ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨੇ ਅਜਿਹਾ ਕੀ ਕੀਤਾ ਹੈ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਆਈਸੀ ਵਿਚਾਰ ਇੱਕ ਨਲ ਟੋਰਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇਹ ਇੱਕ ਮਿਆਰੀ ਤਕਨੀਕ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਤੁਸੀਂ ਵਰਤਦੇ ਹੋ ਜਦੋਂ ਵੀ ਤੁਸੀਂ ਕੁਝ ਨਾਜ਼ੁਕ ਬਲਾਂ ਨੂੰ ਮਾਪਣਾ ਚਾਹੁੰਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਇੱਕ ਬਲ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਦੇ ਦੋ ਤਰੀਕੇ ਹਨ

ਇਸ ਲਈ ਮੈਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦੱਸਦਾ ਹਾਂ ਕਿ ਬਲਾਂ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਨਾ ਹੈ ਇੱਕ ਤਰੀਕਾ ਹੈ ਪ੍ਰਵੇਗ ਨੂੰ ਮਾਪੇ ਸਰੀਰ ਦੇ ਪ੍ਰਵੇਗ ਨੂੰ ਮਾਪੇ ਹੁਣ ਇਹ ਇੱਕ ਮੁਸ਼ਕਲ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਤੁਹਾਨੂੰ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਮੇਂ 'ਤੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਬਹੁਤ ਸ਼ੁੱਧਤਾ ਨਾਲ ਵੱਖ-ਵੱਖ ਸਥਿਤੀਆਂ ਨੂੰ ਮਾਪਣ ਦੇ ਯੋਗ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ, ਫਿਰ ਤੁਹਾਨੂੰ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਜੋੜਨਾ ਪਵੇਗਾ ਜੋ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੌਰ 'ਤੇ ਟੈਂਜੈਂਟ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਦਾ ਹੈ ਜਿਸ ਨਾਲ ਤੁਸੀਂ ਵੇਗ ਪਲਾਟ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਦੇ ਹੋ। ਅਤੇ ਦੁਬਾਰਾ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਆਸਾਨੀ ਨਾਲ ਜੋੜੋ ਅਤੇ ਫਿਰ ਤੁਸੀਂ ਦੁਬਾਰਾ ਟੈਂਜੈਂਟ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰੋਗੇ ਅਤੇ ਤੁਹਾਨੂੰ ਪ੍ਰਵੇਗ ਪ੍ਰਾਪਤ ਹੋਵੇਗਾ ਜੋ ਕਿ ਇੱਕ ਔਖਾ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਗਲਤੀਆਂ ਦਾ ਸ਼ਿਕਾਰ ਹੈ ਦੂਜੀ ਪ੍ਰਕਿਰਿਆ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਜਾਣੇ-ਪਛਾਣੇ ਬਲ ਦੁਆਰਾ ਗਤੀ ਨੂੰ ਗ੍ਰਿਫ਼ਤਾਰ ਕਰਨਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਉਪਯੋਗੀ ਢੰਗ ਹੈ ਗ੍ਰਿਫ਼ਤਾਰ ਕਰਨਾ ਜਾਣੇ-ਪਛਾਣੇ ਬਲ ਦੁਆਰਾ ਗਤੀ ਇਸ ਲਈ ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਮੰਨ ਲਓ ਕਿ ਇੱਥੇ ਇੱਕ ਕੈਪਸੀਟਰ ਪਲੇਟ ਹੈ ਜਿਸ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਤਹ ਚਾਰਜ ਘਣਤਾ ਸਿਗਮਾ ਹੈ ਉੱਥੇ ਇੱਕ ਚਾਰਜ ਕਣ  $q$  ਹੈ ਤਾਂ  $th$  is ਮਾਇਨਸ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਪਲੱਸ ਹੈ ਤਾਂ ਕਿ ਇਹ ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਤਾਂ ਮੈਂ ਕੀ ਕਰਾਂਗਾ ਮੈਂ ਇੱਥੇ ਇੱਕ ਸਪਰਿੰਗ ਜੋੜਾਂਗਾ ਅਤੇ ਮੈਂ ਪੁੱਛਦਾ ਹਾਂ ਕਿ ਨਵੀਂ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਤੀ ਕੀ ਹੈ ਕਿ ਇਹ ਕਿੱਥੇ ਆਰਾਮ ਕਰੇਗਾ ਮੈਨੂੰ ਪਤਾ ਹੈ ਕਿ  $f$  ਘਟਾਓ  $kx$  ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਬਸੰਤ ਤੋਂ ਆ ਰਿਹਾ ਹੈ ਅਤੇ ਜੇਕਰ ਚਾਰਜ ਕਣ ਇਸਦੇ ਕਾਰਨ ਆਰਾਮ ਵਿੱਚ ਹੈ ਤਾਂ ਮੈਂ ਜਾਣਦਾ ਹਾਂ ਕਿ ਇਸ ਪਲੇਟ ਦੁਆਰਾ ਲਗਾਇਆ ਗਿਆ ਬਲ ਜੋ ਕਿ ਸਿਗਮਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਸਤਹ ਚਾਰਜ ਲੈ ਕੇ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹੈ, ਬਿਲਕੁਲ ਇਸ ਦੁਆਰਾ ਰੱਦ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਮੈਨੂੰ ਇਲੈਕਟ੍ਰਿਕ ਫੀਲਡ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਨ ਦੇ ਯੋਗ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਇੱਕ ਚਾਲ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇਸ ਗਤੀ ਨੂੰ ਗ੍ਰਿਫ਼ਤਾਰ ਕਰਨ ਨੂੰ ਨਲ ਫੋਰਸ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਨੈਟ ਫੋਰਸ  $nu_{11}$  ਹੈ ਇਸਲਈ ਇਹ ਇੱਕ ਤਕਨੀਕ ਹੈ ਜਿਸਨੂੰ ਤੁਸੀਂ ਲਾਜ਼ਮੀ ਤੌਰ 'ਤੇ ਪ੍ਰਤੀਕਿਰਿਆ ਸ਼ਕਤੀ ਨੂੰ ਲਾਗੂ ਕਰਕੇ ਵਰਤਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਜੋ ਪ੍ਰਵੇਗ ਜ਼ੀਰੋ ਹੋਵੇ ਅਤੇ ਉਮੀਦ ਹੈ ਕਿ ਵੇਗ ਵੀ ਜ਼ੀਰੋ ਦੇ ਬਰਾਬਰ ਹੈ ਅਤੇ ਫਿਰ ਤੁਸੀਂ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਦੇ ਹੋ ਅਣਜਾਣ ਬਲ ਜਦੋਂ ਇਲੈਕਟ੍ਰੋਸਟੈਟਿਕ ਬਲਾਂ ਦੀ ਗੱਲ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਤਾਂ ਕੋਲੰਬ ਨੇ ਮਹਿਸੂਸ ਕੀਤਾ ਕਿ ਕੋਲੰਬ ਕਾਨੂੰਨ ਨੂੰ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਨ ਦਾ ਇੱਕ ਹੋਰ ਵੀ ਵਧੀਆ ਤਰੀਕਾ, ਅਖੌਤੀ ਇੱਕ ਓਵਰ ਆਰ ਵਰਗ ਬਲ, ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਜਿਸਨੂੰ ਕਟੋਰੇ ਵਿੱਚ ਗੁਰੂ ਵਜੋਂ ਵੀ ਜਾਣਿਆ ਜਾਂਦਾ ਸੀ, ਇੱਕ ਟੋਰਸ਼ਨ ਬਾ ਦੁਆਰਾ ਹੈ। ਲੈਂਸ ਅਤੇ ਟੋਰਸ਼ਨ ਬੈਲੇਂਸ ਕੀ ਕਰਦਾ ਹੈ ਤੁਹਾਡਾ ਟੋਰਸ਼ਨ ਬੈਲੇਂਸ ਇੱਕ ਨਲ ਫੋਰਸ ਨਹੀਂ ਬਣਾਉਂਦਾ ਪਰ ਇਹ ਇੱਕ ਨਲ ਟਾਰਕ ਬਣਾਉਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਕੀ ਕਰਦੇ ਹੋ, ਆਓ ਅਸੀਂ ਇਸ ਸਲਾਈਡ 'ਤੇ ਵਾਪਸ ਆਉਂਦੇ ਹਾਂ ਇੱਥੇ  $n1$  ਟਾਰਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਤਾਂ ਇਹ ਤਸਵੀਰ ਵਿਕੀਪੀਡੀਆ ਤੋਂ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਬਿਲਕੁਲ ਉਹ ਉਪਕਰਣ ਹੈ ਜੋ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਦੁਆਰਾ ਵਰਤਿਆ ਗਿਆ ਸੀ ਜਿਸਦੀ ਵਰਤੋਂ ਮੈਂ ਬਾਰ ਬਾਰ ਕਰਨ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਤਾਂ ਜੋ ਤੁਹਾਡੇ ਕੋਲ ਇੱਕ ਪਤਲੀ ਤਾਰ ਹੈ ਜਿਸ 'ਤੇ ਤੁਸੀਂ ਦੋ ਰਾਡਾਂ ਨੂੰ ਮੁਅੱਤਲ ਕਰਦੇ ਹੋ ਅਤੇ ਫਿਰ ਤੁਸੀਂ ਇਸਨੂੰ ਦੋ ਹੋਰ ਵਸਤੂਆਂ ਦੁਆਰਾ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰਦੇ ਹੋ ਜੋ ਬਰਾਬਰ ਅਤੇ ਵਿਰੋਧੀ ਬਲ ਲਾਗੂ ਕਰਨਗੀਆਂ।

ਇਸ ਲਈ ਹੁਣ ਟਾਰਕ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਟੋਰਸ਼ਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਸਾਰੀ ਚੀਜ਼ ਸਵਿੰਗ ਕਰਦੀ ਹੈ ਅਤੇ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਆਉਂਦੀ ਹੈ ਇਸਲਈ ਟਾਰਕ ਸਪਰਿੰਗ ਦੇ ਟਾਰਸ਼ਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਉਲਟ ਹੋ ਜਾਂਦੇ ਹਨ ਜੋ ਕਿ ਇੱਕ ਨਲ ਟਾਰਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੋਵੇਗਾ ਅਤੇ ਫਿਰ ਤੁਸੀਂ ਡਿਫਰੈਂਸ਼ੀਅਲ ਦਾ ਕੋਣ ਲੱਭਦੇ ਹੋ ਇਹ ਹੈ ਤਕਨੀਕ ਜੋ ਕਿ ਕੋਲੰਬ ਦੁਆਰਾ ਵਰਤੀ ਗਈ ਸੀ ਅਤੇ ਜੋ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨੇ ਉਸੇ ਤਕਨੀਕ ਨੂੰ ਲਾਗੂ ਕਰਨਾ ਸੀ ਤਾਂ ਜੋ ਤੁਸੀਂ ਇੱਥੇ ਦੇ ਪੁੰਜਾਂ ਨੂੰ ਵੇਖ ਸਕੋ ਬਾਕੀ ਦੇ ਪੁੰਜ ਨਹੀਂ ਵੇਖੋ ਗਏ ਹਨ ਮੈਂ ਇਸ ਪ੍ਰਯੋਗ ਦਾ ਵਰਣਨ ਕਰਨ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਮਹਾਨ ਵਿਸਤਾਰ ਵਿੱਚ  $i1$  ਪਰ ਇਹ ਬੁਨਿਆਦੀ ਵਿਚਾਰ ਹੈ ਹੁਣ ਮੈਂ ਇਸ ਸੰਕਲਪ ਨੂੰ ਇੱਕ ਹੋਰ ਚਿੱਤਰ ਦੁਆਰਾ ਵਧਾਉਣ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਜੋ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਮੈਂ ਦਿਖਾਉਣਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹਾਂ ਤਾਂ ਜੋ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋ ਕਿ ਇੱਥੇ ਕੀ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨੇ ਆਪਣੀ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਦੀ ਛੱਤ 'ਤੇ ਜਾਣ ਲਈ ਕੀ ਕੀਤਾ ਸੀ ਮੈਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਦੱਸਾਂਗਾ ਕਿ ਕੀ ਉਸ ਦੀ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਕੁਝ ਮਿੰਟਾਂ ਵਿੱਚ ਸੀ ਤਾਂ ਉੱਥੇ ਇੱਕ ਪਤਲੀ ਤਾਰ ਹੈ ਜੋ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹੋ ਕਿ ਹੇਠਾਂ ਆ ਰਹੀ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਟੋਰਸ਼ਨ ਤਾਰ ਦੇ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ ਅਤੇ ਉਸ ਪਤਲੀ ਤਾਰ ਨੂੰ ਪਤਲੀ ਡੰਡੇ ਨਾਲ ਜੋੜਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਠੀਕ ਹੈ, ਜੋ ਕਿ ਹਨੇਰੇ ਵਾਲੀ ਕਾਲੀ ਲਾਈਨ ਬੋਲਟ ਕਾਲੀ ਲਾਈਨ ਹੈ। ਪਤਲੀ ਰਾਡ ਅਤੇ ਇਹ ਪਤਲੀ ਡੰਡੇ ਦੇ ਕੇਂਦਰ ਵਿੱਚ ਬਿਲਕੁਲ ਜੁੜੀ ਹੋਈ ਹੈ ਇਹ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਸਿਲੰਡਰ ਰਾਡ ਹੈ ਅਤੇ ਤੁਹਾਡੇ ਦੋ ਸਿਰਿਆਂ ਵਿੱਚ ਦੋ ਛੋਟੇ ਪੁੰਜ  $m$  ਹਨ ਜੋ ਉੱਥੇ ਬੈਠੇ ਹੋਏ ਹਨ ਇਸਲਈ ਇੱਥੇ ਛੋਟਾ  $m$  ਹਲਕਾ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ ਵੱਡਾ  $m$  ਭਾਰੀ ਵਸਤੂ ਨੂੰ ਦਰਸਾਉਂਦਾ ਹੈ। ਤੁਹਾਡੇ ਕੋਲ ਜੋ ਗੁਲਾਬੀ ਰੰਗ ਹੈ ਜੋ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹੋ ਜਾਂ ਆਡੂ ਦਾ ਰੰਗ ਜੋ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖਦੇ ਹੋ, ਉਹ ਅਸੰਤੁਸ਼ਟ ਸਥਿਤੀ ਹੈ ਹੁਣ ਉਸ ਅਸੰਤੁਸ਼ਟ ਸਥਿਤੀ ਵਿੱਚ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਕਿ ਇੱਥੇ ਦੇ ਬਹੁਤ ਭਾਰੀ ਪੁੰਜ ਹਨ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਛੋਟੇ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਭਾਰੀ  $y$  ਪੁੰਜ ਦੋਵੇਂ ਲੀਡ ਦੇ ਬਣੇ ਹੋਏ ਸਨ ਉਹ ਸਾਰੇ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਗੋਲਾਕਾਰ ਸਨ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਇਹਨਾਂ ਦੇ ਵਸਤੂਆਂ ਤੋਂ ਬਰਾਬਰ ਦੂਰੀ 'ਤੇ ਹਨ ਤਾਂ ਕੀ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਭਾਰੀ ਪੁੰਜ ਇਸ ਲੀਡ ਨੂੰ ਆਪਣੇ ਵੱਲ ਲੈ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਮੈਨੂੰ ਵਾਪਸ ਜਾਣ ਦਿਓ ਭਾਰੀ ਪੁੰਜ ਇੱਕ ਭਾਰੀ ਪੁੰਜ ਦੀ ਚਾਲ ਇਸ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਵਸਤੂਆਂ ਵਿੱਚੋਂ ਇੱਕ ਦੂਸਰਾ ਭਾਰੀ ਪੁੰਜ ਉਲਟ ਦਿਸ਼ਾ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਬਲ ਲਾਗੂ ਕਰਦਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇੱਕ ਨੈਟ ਟਾਰਕ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਪਰ ਇਹ ਨੈਟ ਟਾਰਕ ਟਾਰਸ਼ਨ ਦੁਆਰਾ ਵਿਰੋਧੀ ਮਾਊਂਟ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਜੋ ਇੱਕ ਕਾਊਂਟਰ ਮਾਊਂਟਿੰਗ ਟਾਰਕ ਪੈਦਾ ਕਰਕੇ ਵਿਰੋਧ ਕਰਦਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਇੱਕ ਸ਼ੁੱਧ ਕੋਣ ਬਣਾ ਹੋਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ।

ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਵਿਚਾਰ ਹੈ ਅਤੇ ਭਾਰੀ ਪੁੰਜ ਅਤੇ ਛੋਟੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੀ ਦੂਰੀ  $ri$  ਦੁਆਰਾ ਦਰਸਾਈ ਗਈ ਹੈ ਸੰਭਵ ਤੌਰ 'ਤੇ ਨੋਟੇਸ਼ਨ  $d$  ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਕਰੇਗਾ ਅਤੇ ਮੂਲ ਰੂਪ ਵਿੱਚ ਮੈਂ ਇਹਨਾਂ ਟਾਰਕਾਂ ਦੇ ਸੰਤੁਲਨ ਦੇ ਕਾਰਨ ਨਵੀਂ ਸੰਤੁਲਨ ਸਥਿਤੀ ਦਾ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣਾ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹਾਂ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੁਣ ਆਇਆ ਹੈ ਪ੍ਰਯੋਗਾਤਮਕ ਵੇਰਵਿਆਂ 'ਤੇ ਸਾਨੂੰ ਬਹੁਤ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ, ਸਾਨੂੰ ਪ੍ਰਯੋਗਾਤਮਕ ਸੰਖਿਆਵਾਂ 'ਤੇ ਵੀ ਬਹੁਤ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਬਦਕਿਸਮਤੀ ਨਾਲ ਤੁਹਾਡੀ  $ncrt$  ਪਾਠ ਪੁਸਤਕ ਗਾਈ ਜਾਂਦੀ ਹੈ। ਆਮ ਤੌਰ 'ਤੇ ਇਸ ਨਾਲ ਕੋਈ ਸੰਖਿਆਵਾਂ ਜੁੜੀਆਂ ਹੋਈਆਂ ਨਹੀਂ ਹਨ ਪਰ ਅਸੀਂ ਇੱਥੇ ਇਹ ਸੁਧਾਰਾਂਗੇ ਕਿ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨੇ ਅਜਿਹਾ ਕੀ ਕੀਤਾ ਕਿ ਉਸਨੇ ਆਪਣੀ ਜਾਇਦਾਦ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਵੱਡੇ ਸੈਂਡ ਵਿੱਚ ਆਪਣੀ ਲੇਬ ਸਥਾਪਿਤ ਕੀਤੀ ਸੀ ਇੱਕ ਕੁਲੀਨ ਵਿਅਕਤੀ ਇੱਕ ਅਮੀਰ ਵਿਅਕਤੀ ਇੱਕ ਅਮੀਰ ਵਿਅਕਤੀ ਸੀ ਇਸਲਈ ਉਹ ਇੱਕ ਜ਼ਮੀਨ ਵਾਲਾ ਵਿਅਕਤੀ ਸੀ।

ਇਸ ਲਈ ਉਸ ਕੋਲ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਸੈਂਡ ਸੀ  
ਇਸ ਲਈ ਉਸਨੇ ਆਪਣੇ ਖੇਤਾਂ ਵਿੱਚ ਕਿਤੇ ਵੱਡੇ ਸੈਂਡ ਨੂੰ ਆਪਣੀ ਪ੍ਰਯੋਗਸ਼ਾਲਾ ਵਿੱਚ ਤਬਦੀਲ ਕਰਨ ਲਈ ਕੀ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਉਸਨੇ ਇਹ ਉਪਕਰਣ ਕੀ ਕੀਤਾ ਜੋ ਮੈਂ ਪਹਿਲਾਂ ਦਿਖਾਇਆ ਸੀ ਉਸਨੇ ਸਾਰਾ ਉਪਕਰਣ ਇੱਕ ਮੋਟੇ ਲੱਕੜ ਦੇ ਬਕਸੇ ਵਿੱਚ ਰੱਖਿਆ ਤਾਂ ਜੋ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋ ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ, ਵਿਕੀਪੀਡੀਆ ਤੱਕ ਦੇ ਹਵਾਲੇ ਵੀ ਉਹ ਤੁਹਾਨੂੰ ਬਾਕਸ ਦਾ ਮਾਪ ਦੇਣਗੇ ਉਹ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਡੱਬਾ ਸੀ ਅਤੇ ਮੋਟਾ ਡੱਬਾ ਜਿਸ ਦੀ ਮੋਟਾਈ ਆਪਣੇ ਆਪ ਵਿੱਚ ਕਈ ਫੁੱਟ ਸੀ ਇਹ ਇੱਕ ਲੱਕੜ ਦੇ ਬਕਸੇ ਦਾ ਬਣਿਆ ਹੋਇਆ ਸੀ ਅਤੇ ਇਹ ਲੱਕੜ ਦਾ ਬਕਸਾ ਆਪਣੇ ਆਪ ਵਿੱਚ ਬੰਦ ਸੀ। ਸੈਂਡ ਕਿਉਂਕਿ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨਹੀਂ ਚਾਹੁੰਦਾ ਸੀ ਕਿ ਹਵਾ ਜਾਂ ਵਾਈਬ੍ਰੇਸ਼ਨ ਤੋਂ ਕੋਈ ਵਿਘਨ ਨਾ ਆਵੇ ਜੋ ਉਸ ਸਮੇਂ ਦੇ ਚਲਦੇ ਤਾਸ਼ਾਂ ਜਾਂ ਰੱਥਾਂ ਜਾਂ ਗੱਡੀਆਂ ਦੇ ਕਾਰਨ ਹਨ, ਇਸਲਈ ਉਹ ਜ਼ਰੂਰੀ ਤੌਰ 'ਤੇ ਅੱਜ ਦੇ ਸਮੇਂ ਵਿੱਚ ਕਿਸੇ ਕਿਸਮ ਦਾ ਇੰਸੂਲੇਟਿਡ ਵਾਤਾਵਰਣ ਚਾਹੁੰਦਾ ਸੀ।  $rse$  ਅਸੀਂ ਅਖੌਤੀ ਵਾਈਬ੍ਰੇਸ਼ਨ ਮੁਕਤ ਟੇਬਲਾਂ 'ਤੇ ਬਹੁਤ ਹੀ ਵਧੀਆ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕਰਦੇ ਹਾਂ ਜੋ ਉਸ ਸਮੇਂ ਉਪਲਬਧ ਨਹੀਂ ਸਨ ਪਰ ਕਾਮੈਂਟੇਸ਼ ਨੇ ਇੱਕ ਸ਼ਾਨਦਾਰ ਸੁਧਾਰ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਇਸ

ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਨਿਗਰਾਨੀ ਕਰਨ ਲਈ ਅੱਗੇ ਵਧੇ ਅਤੇ ਓਪਰੇਟਰਾਂ ਨੂੰ ਪਰੇਸ਼ਾਨ ਨਾ ਕਰਨ ਲਈ ਤੁਹਾਡੀ ਆਪਣੀ ਪਹੁੰਚ ਵੀ ਹੋ ਸਕਦੀ ਹੈ। ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸ ਨੂੰ ਪ੍ਰਭਾਵਤ ਕਰਦੇ ਹੋਏ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖੋਗੇ ਕਿ ਜਦੋਂ ਮੈਂ ਸੀਖਿਆਵਾਂ ਨੂੰ ਲਿਖਦਾ ਹਾਂ ਅਤੇ ਜੇ ਤੁਸੀਂ ਇਸਨੂੰ ਉਦਾਹਰਨ ਲਈ ਬਦਲਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਸਾਡੇ ਆਪਣੇ ਭਾਰ ਨਾਲ ਕਰੋ ਤਾਂ ਜੋ ਉਹ ਕਦੇ ਵੀ ਉਸ ਲੱਕੜ ਦੇ ਡੱਬੇ ਦੇ ਨੇੜੇ ਨਹੀਂ ਗਿਆ ਜਿਸਨੂੰ ਉਸਨੇ ਡੱਬੇ ਵਿੱਚ ਛੋਟੇ ਦੇ ਛੋਟੇ ਛੇਕ ਦੁਆਰਾ ਬਣਾਇਆ ਹੈ। ਸ਼ੈਡ ਅਤੇ ਉਸਨੇ ਦੇ ਟੈਲੀਸਕੋਪ ਲਗਾਏ ਅਤੇ ਉਸਨੇ ਪਿਪ ਕੀਤਾ ਅਤੇ ਉਸਨੇ ਦੇਖਿਆ ਕਿ ਜੇ ਵੀ ਕੋਣ ਜਾਂ ਟੋਰਸ਼ਨ ਪੈਂਡੁਲਮ ਦਾ ਦੇਲਨ ਬਹੁਤ ਦੂਰੀ 'ਤੇ ਸੀ ਜੋ ਕੁਝ ਅਜਿਹਾ ਹੈ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਤੁਹਾਨੂੰ ਅਖੌਤੀ ਨਲ ਪ੍ਰਯੋਗ ਇੱਕ ਆਦਰਸ਼ੀਕਰਨ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਜੇ ਇੱਥੇ ਇੱਕ ਨਲ ਬਲ ਹੈ ਜਿਸਦਾ ਸਿੱਧਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਵਸਤੂ ਦਾ ਕੋਈ ਬਲ ਨਹੀਂ ਹੈ ਜੋ ਇਸ 'ਤੇ ਕੰਮ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ਇਹ ਸਾਡੇ ਲਈ ਇਹ ਯਕੀਨੀ ਨਹੀਂ ਬਣਾਉਂਦਾ ਕਿ ਇਹ ਆਰਾਮ 'ਤੇ ਹੈ ਇਹ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਵੇਗ ਦੇ ਨਾਲ ਥੋੜ੍ਹੀ ਜਿਹੀ ਪਰੇਸ਼ਾਨੀ ਨਾਲ ਅੱਗੇ ਵਧ ਸਕਦੀ ਹੈ।  $n$  ਇਸ ਨੂੰ ਇੱਕ ਸਮਾਨ ਵੇਗ ਦੇ ਸਕਦਾ ਹੈ ਜਦੋਂ ਤੁਹਾਡੇ ਕੋਲ ਇੱਕ ਨਲ ਟਾਰਕ ਪ੍ਰਯੋਗ ਹੁੰਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਇੱਕ ਮਾਮੂਲੀ ਗੜਬੜ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਸਨੂੰ ਇੱਕ ਛੋਟਾ ਐਂਗੁਲਰ ਪ੍ਰਵੇਗ ਦੇ ਸਕਦੀ ਹੈ, ਇਸਲਈ ਸਾਡੇ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਵਿੱਚ ਅਸੀਂ ਪ੍ਰਯੋਗ ਨੂੰ ਖਾਲੀ ਮੰਨਾਂਗੇ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇੱਕ ਗਤੀ ਸੀ ਪਰ ਉਹ ਸਮਾਂ ਸੀ। ਇਹ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਸੀ ਇਹ 20 ਮਿੰਟ ਦਾ ਸੀ ਇਸਲਈ ਇੱਕ ਪੂਰੀ ਓਸਿਲੇਸ਼ਨ ਨੂੰ ਪੂਰਾ ਕਰਨ ਵਿੱਚ 20 ਮਿੰਟ ਲੱਗ ਰਹੇ ਸਨ ਜਿਸਨੂੰ ਤੁਸੀਂ ਸਾਰੇ ਵਿਵਹਾਰਕ ਉਦੇਸ਼ਾਂ ਲਈ ਨਜ਼ਰਅੰਦਾਜ਼ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿਉਂਕਿ ਨਿਰੀਖਣ ਦੀ ਮਿਆਦ ਜਦੋਂ ਤੁਸੀਂ ਕੋਣ ਨੂੰ ਮਾਪਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਕਿ ਤੁਸੀਂ ਇੱਕ ਸਕਿੰਟ ਜਾਂ ਇੱਕ ਸਕਿੰਟ ਦੀ ਮਿਆਦ ਤੋਂ ਵੱਧ ਹੈ। ਕੁਝ ਸਕਿੰਟ ਜਾਂ ਅੱਧੇ ਮਿੰਟ ਦੀ ਤੁਲਨਾ ਵਿੱਚ 20 ਮਿੰਟਾਂ ਵਿੱਚ ਮੇਸ਼ਨ ਬਹੁਤ ਹੀ ਛੋਟਾ ਸੁਧਾਰ ਸੀ ਜਿਸਦਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨੇ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਧਰੁਵੀ ਨੂੰ ਪੂਰੀ ਤਰ੍ਹਾਂ ਰਗੜ-ਰਹਿਤ ਬਣਾਉਣ ਲਈ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਧਿਆਨ ਰੱਖਿਆ ਸੀ ਅਤੇ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅੱਗੇ ਇਹ ਉਹੀ ਹੈ ਜੋ ਉਸਨੇ ਕੀਤਾ ਸੀ ਅਤੇ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਨੁਕਤਾ ਇਹ ਹੈ ਕਿ ਸਾਨੂੰ ਧਿਆਨ ਦੇਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਉਸਨੇ ਸਭ ਤੋਂ ਸਹੀ ਸੰਭਵ ਮਾਪ ਦਾ ਸ਼ੇਸ਼ਟ ਕੀਤਾ ਜੋ ਉਸਦੇ ਸਮੇਂ ਉਪਲਬਧ ਸੀ ਕਿਉਂਕਿ ਉਸਦੇ ਵਰਨੀਅਰ ਪੈਮਾਨੇ ਤੋਂ ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਹ ਇੱਕ ਯਾਤਰਾ ਮਾਈਕ ਵਰਗਾ ਸੀ ਰੌਸਕੋਪ ਇਸ ਲਈ ਕਹਿਣ ਲਈ ਜੋ ਵੀ ਮਾਈਕ੍ਰੋਸਕੋਪ ਉਸ ਨੇ ਫਿਕਸ ਕੀਤਾ ਸੀ ਉਸ ਦੀ ਘੱਟੋ-ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ 0.1 ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਸੀ, ਇਸ ਲਈ ਇਹ ਉਹ ਚੀਜ਼ ਹੈ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਬੇਸ਼ੱਕ ਯਾਦ ਰੱਖਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਜਦੋਂ ਮੈਂ ਕਹਿੰਦਾ ਹਾਂ ਕਿ ਵਰਨੀਅਰ ਸਕੇਲ ਦੀ ਘੱਟੋ-ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ 0.1 ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਸੀ, ਮੈਨੂੰ ਇਸਦੀ ਤੁਲਨਾ ਹੋਰ ਮਾਪਾਂ ਨਾਲ ਕਰਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ। ਅਤੇ ਇਹ ਉਹ ਹੈ ਜੋ ਮੈਂ ਹੇਠਾਂ ਆਉਣਾ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇੱਥੇ ਤੁਹਾਡੇ ਕੋਲ ਵੇਰਵੇ ਹਨ ਜੋ ਮੈਨੂੰ ਨਹੀਂ ਪਤਾ ਕਿ ਇਹ ਦਿਖਾਈ ਦੇਵੇਗਾ ਜਾਂ ਨਹੀਂ,

ਇਸ ਲਈ ਮੈਨੂੰ ਇਸਨੂੰ ਇੱਥੇ ਲਿਖਣ ਦਿਓ ਤਾਂ ਜੋ ਤੁਸੀਂ ਦੇਖ ਸਕੋ ਕਿ ਇਹ ਇੰਨੇ ਪ੍ਰਯੋਗਾਤਮਕ ਵੇਰਵੇ ਕੀ ਹਨ

ਇਸ ਲਈ ਤੁਹਾਡੇ ਕੋਲ ਹੈ ਵੱਡੀਆਂ ਲੀਡ ਗੋਦਾਂ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਖੁਦ ਮੁਅੱਤਲ ਕਰ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਸੀ ਅਤੇ ਉਹਨਾਂ ਨੂੰ ਹਿਲਾਉਣਾ ਨਹੀਂ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਲੀਡ ਬਾਲ ਧਰਤੀ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾ ਰਹੀ ਹੈ ਅਤੇ ਛੋਟੀਆਂ ਗੋਦਾਂ ਛੋਟੀਆਂ ਲੀਡ ਗੋਦਾਂ ਇੱਕ ਡਿੱਗਦੇ ਹੋਏ ਸਰੀਰ ਦੀ ਭੂਮਿਕਾ ਨਿਭਾ ਰਹੀਆਂ ਹਨ ਜੋ ਕੁਝ ਅਜਿਹਾ ਹੈ ਜੋ ਸਾਨੂੰ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਉਹਨਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ 1 58.04 ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ ਸੀ ਇਸਲਈ ਉਸਨੂੰ 158.04 ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ ਦਾ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਾਲ ਢੱਕਣ ਵਾਲਾ ਗੋਲਾ ਮਿਲਿਆ ਜੇਕਰ ਤੁਸੀਂ ਅਸਲ ਕਾਰਜ ਨੂੰ ਵੇਖਦੇ ਹੋ ਤਾਂ ਇਹ ਨੰਬਰ ਅਖੌਤੀ ਅਨਾਜ ਵਿੱਚ ਦਿੱਤਾ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ 24 ਲੱਖ 39 000 ਅਨਾਜ ਹੈ ਤਾਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਯਾਦ ਰੱਖਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਕਿ ਜਦੋਂ cavendish ਨੇ ਪ੍ਰਯੋਗ ਕੀਤਾ ਜ ਇਸ ਮਾਮਲੇ ਲਈ ਜਦੋਂ ਨਿਊਟੋਨੀਅਨ ਫਾਰਮੂਲੇਟਡ ਵੀ ਨੁਕਸਾਨ ਸੀ ਇਕਾਈਆਂ ਹਨ ਜਾਂ ਗ੍ਰੇਟ ਬ੍ਰਿਟੇਨ ਵਿੱਚ ਸੀਜੀਐਸ ਯੂਨਿਟਾਂ ਦੀ ਵਰਤੋਂ ਨਹੀਂ ਕੀਤੀ ਗਈ ਸੀ, ਜਿਸਨੂੰ ਬ੍ਰਿਟਿਸ਼ ਨੇ ਵਰਤਿਆ ਸੀ ਇਸ ਨੂੰ fps ਯੂਨਿਟ ਫੁੱਟ ਪਾਊਂਡ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਦੂਜਾ ਉਹ ਹੈ ਜੋ ਉਹਨਾਂ ਨੇ ਵਰਤਿਆ ਸੀ ਇਸਲਈ ਉਹਨਾਂ ਕੋਲ ਇੰਚ ਸਨ ਅਤੇ ਕਿਉਂਕਿ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਚਾਹੁੰਦਾ ਸੀ। ਬਹੁਤ ਵਧੀਆ ਸੁੱਧਤਾ ਨਾਲ ਉਸਨੇ ਪੌਂਡ ਦੇ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਛੋਟੇ ਹਿੱਸੇ ਨੂੰ ਚੁਣਿਆ ਅਤੇ ਇਸ ਨੂੰ ਅਨਾਜ ਕਿਹਾ ਜਾਂਦਾ ਸੀ

ਇਸ ਲਈ ਇਹ 24 ਲੱਖ 39 000 ਅਨਾਜ ਸੀ

ਇਸ ਲਈ ਅਨਾਜ ਸੰਭਵ ਤੌਰ 'ਤੇ ਤੁਹਾਨੂੰ ਇੱਕ ਛੋਟੇ ਬੀਜ ਦਾ ਭਾਰ ਪਤਾ ਹੈ ਜਾਂ ਕੋਈ ਅਜਿਹੀ ਚੀਜ਼ ਠੀਕ ਹੈ ਜੋ ਇਹ ਹੈ। ਉਹ

ਇਸ ਲਈ ਵਰਤਦੇ ਹਨ ਕਿ ਜੇਕਰ ਅਨਾਜ ਠੀਕ ਵਰਤਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਤਾਂ ਉੱਥੇ ਇੱਕ ਕਮਾਲ ਦੀ ਸੁੱਧਤਾ ਸੀ ਅਤੇ ਇਸ ਛੋਟੀ ਜਿਹੀ ਲੀਡ ਗੋਦਾਂ ਬਾਰੇ ਕੀ ਹੈ, ਛੋਟੀਆਂ ਲੀਡ ਗੋਦਾਂ ਦਾ ਪੁੰਜ 0.73 ਕਿਲੋਗ੍ਰਾਮ ਹੈ ਇਸਲਈ ਸਾਡੇ ਵਿਚਕਾਰ 300 ਤੋਂ ਵੱਧ ਦਾ ਇੱਕ ਅੰਸ਼ ਹੈ

ਇਸ ਲਈ ਭਾਰੀ ਪੁੰਜ ਘੱਟੋ-ਘੱਟ 148 158.73 ਹੈ ਜਿਵੇਂ ਕਿ 300 ਗ੍ਰਾਮ ਸਾਨੂੰ ਹਲਕੇ ਪੁੰਜ ਨਾਲੋਂ ਭਾਰੀ ਕਹਿਣਾ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਉਹ ਹੈ ਜੋ ਅਸੀਂ ਜੜਤਾ ਦੇ ਪਲ ਦੀ ਗਣਨਾ ਕਰਨ ਜਾ ਰਹੇ ਹਾਂ ਇਹ ਬਹੁਤ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ ਹੈ ਇਸਲਈ ਸਾਨੂੰ ਡੰਡੇ ਦੇ ਪੁੰਜ ਬਾਰੇ ਚਿੰਤਾ ਕਰਨੀ ਪਵੇਗੀ ਤਾਂ ਕਿ ਲੀਡ ਗੋਦਾਂ ਨੂੰ ਮੁਅੱਤਲ ਕੀਤਾ ਗਿਆ ਸੀ ਬਹੁਤ ਹੀ ਬਰੀਕ ਧਾਤੂ ਤਾਰਾਂ ਤੋਂ ਬਣੀ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਧਾਤੂ ਦੀ ਤਾਰਾਂ ਦਾ ਘੇਰਾ ਸ਼ਾਇਦ ਕੁਝ ਸੈਂਟੀਮੀਟਰ ਸੀ ਹੁਣ ਡੰਡੇ ਦਾ ਪੁੰਜ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਲੱਕੜ ਦੀ ਡੰਡੇ ਸੀ ਇਸਲਈ ਲੱਕੜ ਲੀਡ ਨਾਲੋਂ ਬਹੁਤ ਜ਼ਿਆਦਾ ਹਲਕੀ ਹੁੰਦੀ ਹੈ ਜੋ ਅਸੀਂ ਸਾਰੇ ਜਾਣਦੇ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਹ 0.03 ਕਿਲੋ ਸੀ। ਸਾਡੇ ਲਈ ਮਹੱਤਵਪੂਰਨ

ਇਸ ਲਈ ਜੇਕਰ ਮੈਂ ਇਸ ਡੰਡੇ ਨੂੰ ਵੇਖਦਾ ਹਾਂ ਅਤੇ ਮੈਂ ਦੇ ਪੁੰਜ ਰੱਖਦਾ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇੱਥੇ ਇਹ ਸਤਰ ਹੈ ਜੋ ਇੱਥੇ ਆ ਰਹੀ ਹੈ ਲਗਭਗ ਸਾਰਾ ਪੁੰਜ ਕਿਨਾਰਿਆਂ 'ਤੇ ਹੈ, ਡੰਡੇ ਦੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਨਜ਼ਰਅੰਦਾਜ਼ ਕੀਤਾ ਜਾ ਸਕਦਾ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਅਸੀਂ 0.03 ਤੋਂ 0.73 ਦੀ ਗੱਲ ਕਰ ਰਹੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਅਸੀਂ 200 ਵਾਰ ਕੁਝ ਅਜਿਹਾ ਬੋਲ ਰਹੇ ਹਾਂ ਜਾਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਅਸੀਂ ਡੰਡੇ ਦੇ ਪੁੰਜ ਬਾਰੇ ਸਭ ਕੁਝ ਭੁੱਲ ਸਕਦੇ ਹਾਂ ਜਦੋਂ ਅਸੀਂ ਅੰਦਾਜ਼ਾ ਲਗਾਉਣ ਜਾ ਰਹੇ ਹਾਂ ਤਾਂ ਇਹ ਠੀਕ ਹੈ ਤਾਂ ਸਾਨੂੰ ਗੋਦਾਂ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਬਾਰੇ ਚਿੰਤਾ ਕਰਨੀ ਪਵੇਗੀ ਕਿ ਡੰਡੇ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਕਿੰਨੀ ਸੀ ਤਾਂ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਦੂਰੀ ਇਹ ਹੈ ਜੋ ਮੈਂ ਚਾਹੁੰਦਾ ਹਾਂ ਹਾਂ ਇਹ ਦੂਰੀ 1.860 ਮੀਟਰ ਸੀ ਅਸਲ ਵਿੱਚ ਇਹ ਛੇ ਫੁੱਟ ਦੀ ਡੰਡੇ ਸੀ ਜੋ ਕਿ 1.860 ਮੀਟਰ ਹੈ ਤਾਂ ਤੁਸੀਂ ਕਲਪਨਾ ਕਰ ਸਕਦੇ ਹੋ ਕਿ ਉਹ ਲੱਕੜ ਦਾ ਬਕਸਾ ਕਿੰਨਾ ਵੱਡਾ ਸੀ ਅਤੇ ਉਹ ਸ਼ੈਡ ਕਿੰਨਾ ਵੱਡਾ ਸੀ ਅਸੀਂ 1.860 ਮੀਟਰ ਦੀ ਗੱਲ ਕਰ ਰਹੇ ਹਾਂ ਜੋ ਕਿ ਦੂਰੀ ਹੈ। ਰੱਖਿਆ ਗਿਆ ਸੀ ਇਸ ਲਈ ਸ਼ਾਇਦ ਮੈਨੂੰ ਨਹੀਂ ਕਰਨਾ ਚਾਹੀਦਾ ਸੀ ਇਸ ਨੂੰ  $d$  ਦੇ ਤੌਰ 'ਤੇ ਕਾਲ ਕਰੋ, ਆਓ ਮੈਂ ਇਸਨੂੰ 1 ਦੇ ਤੌਰ 'ਤੇ ਬੁਲਾਵਾਂ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਸੰਕੇਤ ਹੈ ਕਿ ਮੈਂ ਵੱਡੇ ਪੁੰਜ ਦੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਨੂੰ ਲਾਗੂ ਕਰਨ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ, ਇਹ ਵੀ ਉਹੀ ਹੱਕ ਹੈ, ਸਿਵਾਏ ਇਸ ਨੂੰ ਛੱਡ ਕੇ ਕਿ ਇੱਕ ਪੁੰਜ ਇੱਥੇ ਸੀ ਅਤੇ ਦੂਸਰਾ ਪੁੰਜ ਵੀ ਉੱਥੇ ਸੀ, ਠੀਕ ਹੈ। ਜੇ ਮੈਂ ਇਸਨੂੰ ਇੱਥੇ ਹੇਠਾਂ ਲਿਆਉਂਦਾ ਹਾਂ ਅਤੇ ਇਹ ਦੂਰੀ ਵੀ ਉਹੀ ਹੈ ਜੋ ਮੇਰਾ ਮਤਲਬ ਹੈ ਕਿ ਉਹ ਦੇ ਡੰਡੇ ਦੇ ਦੋਵੇਂ ਪਾਸੇ ਸਨ, ਠੀਕ ਹੈ ਸਾਨੂੰ ਘੇਰੇ ਬਾਰੇ ਚਿੰਤਾ ਕਰਨ ਦੀ ਕੋਈ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੈ ਸਾਨੂੰ ਇਸ ਛੋਟੀ ਡੰਡੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਬਾਰੇ ਚਿੰਤਾ ਕਰਨ ਦੀ ਲੋੜ ਨਹੀਂ ਹੈ ਵੱਡੀ ਡੰਡੇ ਵਿੱਚ

ਇਸ ਲਈ ਮੈਨੂੰ ਇਹ ਦੇਖਣ ਦਿਓ ਕਿ ਛੋਟੀ ਰਾਡ ਅਤੇ ਵੱਡੀ ਡੰਡੇ ਵਿਚਕਾਰ ਦੂਰੀ ਕੀ ਹੈ ਜੇਕਰ ਮੇਰੇ ਕੋਲ ਇਹ ਮੇਰੇ ਕੋਲ ਹੈ ਤਾਂ ਇਹ 0.225 ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਦਾ ਸੀ, ਯਾਦ ਰੱਖੋ ਕਿ ਮੈਨੂੰ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਵੱਡਾ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਬਲ ਚਾਹੀਦਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਦੂਰੀ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਹੋਣੀ ਚਾਹੀਦੀ ਹੈ ਜਿੰਨਾ ਸੰਭਵ ਹੋ ਸਕੇ ਛੋਟਾ ਨਹੀਂ ਤਾਂ ਇਹ ਬਹੁਤ ਤੇਜ਼ੀ ਨਾਲ ਮਰ ਜਾਵੇਗਾ ਇਸਲਈ ਦੂਰੀ ਬਿੰਦੂ 0.225 ਮੀਟਰ ਦੇ ਕ੍ਰਮ ਦੀ ਸੀ ਇਹ ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਨਹੀਂ ਹੋ ਸਕਦੀ ਕਿਉਂਕਿ ਉਸ ਕੋਲ ਨਿਸ਼ਚਤ ਤੌਰ 'ਤੇ ਘੱਟ ਤੋਂ ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ ਨਹੀਂ ਸੀ,

ਇਸ ਲਈ 0.225 ਮੀਟਰ ਜੋ ਕਿ ਦੂਰੀ ਹੈ ਜੋ ਉੱਥੇ ਸੀ ਇਹ 1.860 ਮੀਟਰ ਸੀ ਅਤੇ ਉਹ ਨੂੰ ਮਾਪ ਰਿਹਾ ਸੀ  $e$  ਕੋਣ ਉਹ ਦੂਰੀ ਸੀ ਜਿਸ ਨੂੰ ਦੇਖਿਆ ਜਾ ਰਿਹਾ ਸੀ ਹੁਣ ਸਾਨੂੰ ਕੀ ਕਰਨਾ ਹੈ ਇੱਕ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਨਾ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਪਤਾ ਲਗਾਉਣਾ ਹੈ ਕਿ ਅਸੀਂ  $g$  ਦੇ ਮੁੱਲ ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਨ ਜਾ ਰਹੇ ਹਾਂ ਇਹ ਸਾਨੂੰ ਕਰਨਾ ਹੈ ਅਤੇ ਮੈਂ ਤੁਹਾਨੂੰ ਸਭ ਤੋਂ ਘੱਟ ਗਿਣਤੀ ਦੱਸੀ ਹੈ। ਵਰਨੀਅਰ 0.254 ਮਿਲੀਮੀਟਰ ਸੀ ਤਾਂ ਆਓ ਅਸੀਂ ਵਿਸ਼ਲੇਸ਼ਣ ਕਰਨਾ ਸ਼ੁਰੂ ਕਰੀਏ ਤਾਂ ਇਹ ਕਰਨ ਦਾ ਇੱਕ ਬਹੁਤ ਹੀ ਸਰਲ ਤਰੀਕਾ ਹੈ ਕਿ ਮੈਂ ਕੀ ਕਰਾਂਗਾ ਮੈਂ ਟਾਰਕ ਲਿਖਾਂਗਾ ਮੇਰਾ ਟਾਰਕ ਬਲ ਵਿੱਚ ਡੰਡੇ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਕੁਝ ਨਹੀਂ ਹੈ ਕਿਉਂਕਿ ਇਹ ਕੀ ਹੈ ਕਿ ਮੇਰੇ ਕੋਲ ਲੰਬਾਈ ਦਾ ਇੱਕ ਡੰਡਾ ਹੈ 1 ਸਤਰ ਮੱਧ ਬਿੰਦੂ 'ਤੇ ਹੈ ਅਤੇ ਦੇ ਪੁੰਜ ਹਨ ਅਤੇ ਉਹ ਆਕਰਸ਼ਿਤ ਕਰ ਰਹੇ ਹਨ, ਠੀਕ ਹੈ,

ਇਸ ਲਈ ਇੱਕ ਸੰਪੂਰਨ ਜੋੜਾ ਦੇ ਸਰੀਰਾਂ 'ਤੇ ਕੰਮ ਕਰ ਰਿਹਾ ਹੈ ਜੋ ਕਿ ਲੰਬਾਈ ਹੈ,

ਇਸ ਲਈ ਇਹ 1 ਤੋਂ ਇਲਾਵਾ ਕੁਝ ਨਹੀਂ ਹੈ ਭਾਰੀ ਲੱਤ ਵਾਲੀ ਗੋਦ ਦੇ ਪੁੰਜ ਵਿੱਚ  $g$  ਵਿੱਚ ਛੋਟੀ ਲੀਡ ਬਾਲ ਦੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ  $d$  ਵਰਗ ਨਾਲ ਵੰਡਿਆ ਜਾਂਦਾ ਹੈ ਜੋ ਮੇਰੇ ਕੋਲ ਹੈ ਤਾਂ ਜੇਕਰ ਤੁਸੀਂ ਮੰਨਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਹ ਬਿਲਕੁਲ ਟੋਰਸ਼ਨ ਦੁਆਰਾ ਪ੍ਰਤੀਰੋਧਿਤ ਹੈ ਤਾਂ ਅਸੀਂ ਇਸਨੂੰ ਇਸ ਤਰ੍ਹਾਂ ਲਿਖਦਾ ਹੈ ਟੋਰਸ਼ਨ ਸਥਿਰ ਜਾਂ ਜੇ ਵੀ  $k$  ਥੀਟਾ ਵਿੱਚ ਹੋਵੇ ਤਾਂ ਤਾਰੇ  $f$  ਲਿਖਦੇ ਹਨ  $e$  equal to minus  $kx$  ਜਿੱਥੇ  $k$  ਸਪਰਿੰਗ ਸਥਿਰਾੰਕ ਹੈ ਇਹ ਮੇਰਾ ਟੋਰਸ਼ਨ ਸਥਿਰਾੰਕ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਥੀਟਾ ਵਿਘਨ ਦਾ ਕੋਣ ਹੈ ਇਹ ਡਿਫਰੈਂਸ਼ੀਅਲ ਦਾ ਕੋਣ ਹੈ ਤੁਸੀਂ ਜਾਣਦੇ ਹੋ ਕਿ ਇਹ ਕਿੰਨੀ ਹਿੱਲ ਗਿਆ ਹੈ ਅਤੇ ਇਹ ਉਹ ਹੈ ਜੋ ਕੈਵੇਂਡਿਸ਼ ਨੇ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕੀਤਾ ਹੈ ਇਸਲਈ ਮੈਂ ਜਾਣਦਾ ਹਾਂ ਕਿ  $g$  ਨੂੰ ਕਿਵੇਂ ਨਿਰਧਾਰਤ ਕਰਨਾ ਹੈ ਇਹ ਇੱਕ ਸਧਾਰਨ ਬੀਜਗਣਿਤ ਅਭਿਆਸ ਹੈ ਇਸਲਈ ਕੀ ਹੋ ਰਿਹਾ ਹੈ ਕਿ ਮੈਂ ਇਸ ਦੀ ਬਰਾਬਰੀ ਕਰਨ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਇਸਲਈ ਮੈਂ  $g$  ਬਰਾਬਰ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਇਸਲਈ ਮੈਨੂੰ ਕੋਈ ਗਲਤੀ ਨਹੀਂ ਕਰਨੀ ਚਾਹੀਦੀ ਤਾਂ ਮੈਂ ਕੀ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ ਮੈਂ ਇੱਕ ਥੀਟਾ ਪ੍ਰਾਪਤ ਕਰਨ ਜਾ ਰਿਹਾ ਹਾਂ  $d$  ਵਰਗ  $mm^1$  ਉੱਤੇ ਇਸਲਈ ਇਹ ਗਰੈਵੀਟੇਸ਼ਨਲ ਸਥਿਰ  $k$  ਥੀਟਾ  $d$  ਵਰਗ  $mm^1$  ਲਈ ਮੇਰਾ ਪ੍ਰਾਇਮਰੀ ਸਮੀਕਰਨ ਹੈ ਇਸਲਈ ਮੈਨੂੰ ਡਿਫਰੈਂਸ਼ੀਅਲ ਦਾ ਕੋਣ ਪਤਾ ਹੈ ਮੈਨੂੰ ਦੂਰੀ

ਪਤਾ ਹੈ ਮੈਂ ਭਾਰੀ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਜਾਣਦਾ ਹਾਂ ਮੈਂ ਛੋਟੇ ਪੁੰਜ ਨੂੰ ਜਾਣਦਾ ਹਾਂ ਮੈਨੂੰ ਪੁੰਜ ਦੀ ਲੰਬਾਈ ਪਤਾ ਹੈ ਪਰ ਕਿਵੇਂ i know this constant so everything boils down to determine the constant so the question is how to determine k the answer is simple remove everything remove the heavy mass remove everything and look at the natural oscillation so what is the solution look at the natural oscillation of the system so what do i have i have this rod there are two balls and i give it a twist theta and ask how it oscillates so if you give a small angle theta is small you know it executes a simple harmonic motion and the period is essentially given by  $T = 2\pi \sqrt{I/k}$  by the unknown torsional constant k that is what we have which is a generalization of a point mass which is going to oscillate and your i is essentially the moment of inertia what is the moment of inertia of the system of two masses with a separation l now comes the important observation that i made that the mass of the wooden rod was a very very small fraction compared to the mass of this red lead these two so the moment of inertia can be very easily computed and that is nothing but  $\frac{1}{2} m l^2$  because it is about this particular point of this plus  $m l^2$  so that makes it  $2 m l^2$  this is my moment of inertia so what i will do is i will measure the period i know my moment of inertia and that immediately gives me the spring constant so if i did all these calculations i get a very elegant expression for g which i have exhibited in my slide here i invite all of you people to please substitute all the expressions and convince yourselves and what is your g given by  $g = \frac{2\pi^2 l d^2}{m T^2}$  please remember this small d is the separation between the big rod the big ball and the small ball capital l is the length of the rod this capital m is the mass of the big lead ball the mass of the small ball gets cancelled and then T is of course the period so this is the great expression so this is exactly what cavendish did over a period of one year he must have taken a whole lot of readings and if you go to the internet and if you google you will find a reference to philosophical transactions of royal society of london where you will find the detailed paper of cabin and cavendish arrived at the remarkable number which is given by six point seven four zero eight and three one are in parenthesis into ten to the power of minus eleven so indeed he performed an extraordinarily delicate experiment determining a very very small number in writing this of course i have been completely slip short and careless i mean that is deliberately done so that we spend some time on what we are writing this is of course meaningless unless we specify the units and the units are in si units so i leave it as an exercise for you people to compute what the si units are my force will be in terms of newtons and newton itself is what kg into meter divided by second square on the right hand side you have the mass square divided by length square so if you substitute the whole thing you will get the value of g in newtons so this is the experiment that he did and you can easily see there were a large number of approximations if cavendish had gone too near the apparatus assuming you know hitti was a person of roughly let us say six feet tall and he weighed well 70 or 80 kilos that could have caused quite a lot of perturbation on the gravitational forces so he was wise enough to stay probably meters and meters away and he was looking at the force of attraction which are separated by a fraction of a meter it is very very important to know that in fact an experiment of a very similar nature but of enormously greater accuracy is the classic experiment of decay which was performed in 1964 who actually tried to verify that the mass term cancels in the gravitational force expression  $ma = gm$  and we cancel the m equivalence of inertial and gravitational mass there actually um decay ensured that even the mass of the earth will have no effect on the experiment that is very very important because for example in the cavendish experiment it is assumed that the length of the strings which supported that the heavier masses and the smaller masses were exactly the same otherwise there will be a slight mismatch and the torque will not be in the plane okay and then the gravitational field of the earth would play a role decay was able to actually eliminate that we don't have to get into that but this is a really interesting experiment so what i have to ask ourselves at this particular point is how good was this experimental determination by comparing it with the known values and here in my slide i have picked up the known value the most recent value this was probably sometime in 2014 or so and the number is displayed as six point six seven four zero eight and three one are in parenthesis into ten to the power of minus eleven so what do we find we find that the first significant digit is completely agreeing there are no order of magnitude errors the absolute error is of the order of about seven percent actually a more careful experiment which was done by two boy or somebody i don't remember almost 100 years later increase the accuracy only by two percent okay there was a five percent error compared to the real you know today's experiment and you can see the relative error b

between the modern value today's current value and Cavendish value is about one percent so given the fact that the apparatus that was used was quite crude compared to what we use by modern standards and compared with the fact that the least cone was not so great compared to what we used today compared with the fact that they were not completely vibration free in spite of enclosing it there might be a gust of wind or a small whiff of wind you see that the Cavendish experiment was indeed a great success and very justifiably Cavendish is credited with the determination of  $g$  of course there is a fantasy that we want to weigh the earth it goes back to Archimedes who said that when he discovered it is you know principle of lever you remember which you studied in your eighth ornament standard he said that give me a place to stand and give me a sufficiently long rod I can even weigh the earth for you I can weigh anything for you that was the Archimedes claim okay so probably people were influenced by that and for various reasons people were interested in the mass of the earth and the density of the earth now if we know the mass of the earth the gravitational constant we should be able to find the mass of the earth also which I have shown in these slides but I will write them down so let us write it down what I would like you people to do is to actually substitute the real values and convince yourselves okay so now I go back to Galileo that is what Galilean law of falling bodies I will write  $m_j$  equal to  $g$  mass of the earth mass of the object divided by radius of the earth squared that is what I will write but now I am not as powerless as I was 15 minutes earlier not as helpless because thanks to cabin dish I know the gravitational constant this  $m$  will go away and I know the radius of the earth thanks to observations therefore I can immediately determine the mass of the earth to be  $g r^2$  divided by capital  $g$  that is what I have as I told you Cavendish was not entirely interested in the mass of the earth but he was interested in the mean density after all when I am writing the radius of the earth that is also the mean radius because after all we know that the earth is not a perfect sphere but it is a geoid it is flattened at the poles and slightly bulging at the equator therefore this radius is only a mean but anyway if you ignore that we will write this to be  $\frac{4}{3} \pi r^3 \rho$  and I will put a bar on all of them so what does bar refer to bar refers to the mean value of the radius of the earth and  $\bar{\rho}$  refers to the mean density what density is this the mass density of the earth so if you plug in all the numbers well people those days used to like to give the specific gravity rather than the density and please remember specific gravity is the ratio of the density of a material to the density of water presumably at room temperature so  $\bar{\rho}$  of earth mean divided by  $\rho_{\text{water}}$  let us say normal temperature pressure turns out to be 5.448 plus or minus 0.033 this is the number that Cavendish got interestingly we are told that actually Cavendish made a mistake an algebraic numerical error apparently he declared it to be 5.84 or some something or 5.448 it could be a transcription error or a numerical error it is very trivial error substitution error we are not going to penalize anybody for that but the correct number is 5.448 which tells you that the earth is mostly solid and it is heavy even if it is not solid it must be consisting of very very heavy elements which is what you have at the core of the earth so the water content is not great although the two thirds of the surface of the water is covered earth is covered by water so for comparison you should remember the density or the specific gravity of iron is about 7 plus 7 point something of lead is 11 point something so we have a mixture of various other elements okay lot of silicon so on and so forth so this is what Cavendish discovered or Cavendish measured so for that reason he is famously known for weighing the earth or finding the weight of the earth for the first time and we should also remember those days people did not make a distinction between the mass and the weight so he said that I have made the earth today when we say weighing we mean the mass but he actually meant that he found mass into gravitation  $m$  into  $g$  that is what he discovered but that is a slight some kind of deviation or integration which we need not bother about so we have come a long way now but this is not where our calculation ends because again I don't have any independent means of measuring the mass of the earth and verifying that the law of gravitation is correct strictly speaking it should be possible so what should I do I should be able to look at the orbit of the moon and again determine the mass of the earth that is what we have to do let us spend some time now if the mass of the earth agrees with the value obtained by Cavendish or Cavendish like experiment where you looked at two independent masses from the observations coming from the orbit of the moon then our faith in gravitational law increases what is the next thing that I should do I should be able to look at the orbital motion of the earth around the sun and I should be able to estimate the mass of the sun

now of course i do not have any means of finding out the mass of the sun but then i should be able to look at the orbital motion of various planets and that should establish the mass of the sun but luckily that is already established by the third law of kepler because that is how we got a constant but then if i am intelligent i should be able to combine the motion of the moon around the earth the motion of the earth around the sun and i should be able to establish a relation between the period of the moon around the earth given the distance between the earth and the moon the period of the earth around the sun given the distance between the earth and the sun so these are various way of consistency checking if we did that then gravitation would be established but why should i stop at that point i can proceed a little bit ahead i look at i can look at the moons of mars for example i can look at the moons of jupiter jupiter has a very very large number of moons i don't know there are many names i am not getting them right now ok it has 12 moons or some such thing i should be able to look at their periods if they are circular i will be able to use the formula that i have written if they are highly elliptical mr newton anyway tells us that it is possible to determine because newton's laws gives you the correct planetary orbits i should be able to determine various masses and if all of them completely agreed with each other now you see i am making prediction for the mass of uranus or mars or jupiter that would completely establish law of gravity and there is one unexpected bonus that we are going to encounter and that is an explanation of tides people have always observed tides and people have been fascinated by tides because you know the full moon night and the new moon night causes the tides and any number of supernatural explanations were given newton observed tides are nothing but due to the difference of gravitational force of the sun or the moon at two different ends of the earth so that is the correction that we have to compute all these we will do in the next lecture so my sincere advice to all of you is please go back work out all these things carefully i did not plugged in plug in the numerical values and we will wind up the study of whatever i told you all these days in the next lecture and then go on to discuss the applications ok have a good day bye you