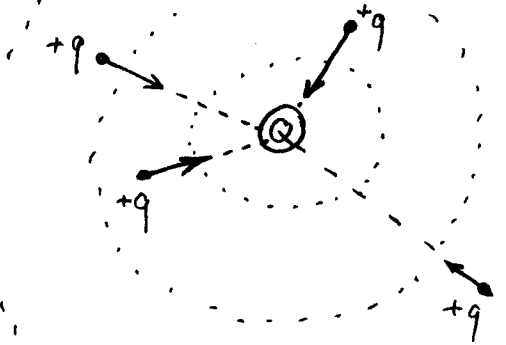


IL CONCETTO DI CAMPO

IL PRIMO A RENDERSI CONTO CHE ALCUNI FENOMENI SI TRASMETTONO SENZA BISOGNO DI CONTATTO ("AZIONE A DISTANZA") FU ISAAC NEWTON (1642-1727), CHE DIMOSTRÒ L'ESISTENZA DI INTERAZIONI GRAMTIAZIONALI TRA LA TERRA E LA LUNA, SENZA BISOGNO CHE SI TOCCINO. EGI PERO' NON RIVSCÌ A SPIEGARE LA NATURA DI QUESTA FORZA, RIFUGIANDOSI NEL CELEBRE "HYPOTHESES NON FINZO": RITENEVA CIOÈ CHE LA NATURA DELL'AZIONE A DISTANZA ATTENESSE ALLA FILOSOFIA, NON ALLA FISICA.

A RIDISCUETERE IL PROBLEMA IN TERMINI FISICI FURONO MICHAEL FARADAY (1791-1867) E JAMES CLERK MAXWELL (1831-1879), INTRODUCENDO IL CONCETTO DI CAMPO. UNA MASSA O UNA CARICA, POSTE IN UN PUNTO DELLO SPAZIO, LO DEFORMANO, NEL SENSO CHE AD OGNI PUNTO DELLO SPAZIO È ASSOCIATO UN VETTORE. SE IN UN PUNTO P UNA CARICA CAMPIONE $+q$, DI INTENSITÀ INFINITESIMA IN MODO TALE DA NON PERTURBARE IL CAMPO GENERATO DA Q , TALE CARICA CAMPIONE AVVERTE UNA FORZA PARI A:

$$\vec{F}(P) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \vec{u}_r$$



DOVE $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$, r È LA DISTANZA TRA P E Q, E \vec{u}_r È IL VETTORE STANTEMENTE, VERSO LA CARICA CAMPIONE q . NON ALREBBE SENSO TERMINOMETRO, SE LA TEMPERATURA MISURATA DIPENDESSE DAL TIPO DI TERMINOMETRO UTILIZZATO, GIUSTO? ANLO STESSO MODO, BISOGNA EPURARE LA FORZA F DALLA CARICA q , SE SI VUOVE USARLA COME MISURA DEL CAMPO CONSIDERATO. PER QUESTO, È SUFFICIENTE DIVIDERE LA FORZA PER LA CARICA. CIO' CHE SI OTTIENE, OVVIAMENTE, NON È PIU' UNA FORZA: È UN VETTORE DETTO CAMPO ELETTRICO \vec{E} :

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r$$

\vec{E} SI MISURA IN NEWTON/COLUMBO (O IN VOLT/METRO), ED È UN CAMPO RADIALE COME \vec{F} ; A DIFFERENZA DI QUESTA, PERO', NON DIPENDE DALLA CARICA CAMPIONE, MA SOLO DALLA CARICA CENTRALE Q E DALLA DISTANZA r DA QUESTA. SI DICE INVECE CAMPO UNIFORME UN CAMPO UGUALE IN MODULO, DIREZIONE E VERSO IN OGNI PUNTO DELLO SPAZIO; È TALE IL CAMPO ELETTRICO TRA LE ARMATURE DI UN CONDENSATORE.

CAMPO GRAVITAZIONALE

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r_{12}^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

ESISTONO FORZE GRAVITAZIONALI (MASSE)

• IL CAMPO GRAVITAZIONALE È CONSERVATIVO ↓

ESISTE L'ENERGIA POTENZIALE GRAVITAZIONALE

$$U = -G \frac{M_1 M_2}{r_{12}}$$

• IL CAMPO GRAVITAZIONALE NON È SOLENOIDALE ↓

INFATTI ESISTONO MASSE ISOLATE

NON SONO MAI STATE OSSERVATE FINORA ONDE GRAVITAZIONALI

IL CAMPO GRAVITAZIONALE $\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$ CONTIENE CON L'ACCELERAZIONE DI GRAVITÀ

NON ESISTONO TEORIE QUANTISTICHE SULL'INTERAZIONE TRA LA GRAVITÀ E LA MATERIA

CAMPO ELETTRICO

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ m}^3 \text{ C}^{-2} \text{ s}^{-2}$$

ESISTONO FORZE ELETTRICHE (CARICHE ELETTRICHE)

• IL CAMPO ELETTRICO È CONSERVATIVO (SE STATICO) ↓

ESISTE L'ENERGIA POTENZIALE ELETTROSTATICA

$$U = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

• IL CAMPO ELETTRICO NON È SOLENOIDALE

$$\Phi(\vec{r})_{\text{Sch.}} = \sum \frac{Q}{\epsilon_0}$$

(INFATTI ESISTONO CARICHE ELETTRICHE SINGOLE)

SONO STATE OSSERVATE ONDE ELETTROMAGNETICHE, ADOPERATE PER LE COMUNICAZIONI

NELLA MATERIA AD E_0 VA SOSTITUITO $E = E_0 \epsilon_r$

$\epsilon_r > 1$ SEMPRE, SI PARLA DI DIELETTRICI ↓

OVVIO IL CAMPO ELETTRICO NEL METAL È SEMPRE NELLO STATO DI EQUILIBRIO (NEL METAL ESISTONO LE LINEE DI FORZA DI \vec{g})

CAMPO MAGNETICO

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 I_2}{r}$$

$$\frac{\mu_0}{4\pi} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ A}^{-2} \text{ s}^{-2}$$

NON ESISTONO MONOPOLI MAGNETICI
IL CAMPO MAGNETICO È GENERATO DA CORRENTI, OVE DA CARICHE IN MOVIMENTO

• IL CAMPO MAGNETICO NON È CONSERVATIVO ↓

NON ESISTE ENERGIA POTENZIALE MAGNETICA

• ✓ PERÒ IL CAMPO MAGNETICO È SOLENOIDALE ↓

LE LINEE DI FORZA MAGNETICHE SONO SEMPRE CHIUSE

INFATTI NON ESISTONO MONOPOLI MAGNETICI

MA SÌ ESISTONO MATERIALI ADOPERATI PER LE TELECOMUNICAZIONI

NELLA MATERIA A μ_0 VA SOSTITUITO $\mu = \mu_0 \mu_r$

SE $\mu_r > 1$ SI PARLA DI SOSTANZE DIAMAGNETICHE (ACQUA)

SE $\mu_r < 1$ SI PARLA DI SOSTANZE PARAMAGNETICHE (ARIA)

SE $\mu_r \gg 1$ SI PARLA DI SOSTANZE FERROMAGNETICHE (FERRO)

QUANTIZZAZIONE DEI CAMPI

FARADAY E MAXWELL CERCARONO DI SPIEGARE L' "AZIONE A DISTANZA" PER MEZZO DEL CONCETTO DI CAMPO. ALLA UCE DELLE SCOPERTE DELLA FISICA MODERNA, QUESTO CONCETTO VA "RIVISTO" ED ATTUALIZZATO. AD OPERARE UNA VERA E PROPRIA "MATERIALIZZAZIONE" DEL CAMPO FU LO SCIENZIATO AMERICANO RICHARD P. FEYNMAN (1918 - 1988), DEPOSITARIO DELLA ELETTRODINAMICA QUANTISTICA (QED, QUANTUM ELECTRODYNAMICS). SECONDO LUI, L'INTERAZIONE TRA PARTICELLE AVVIENE MEDIANTE LO SCAMBIO DI PARTICELLE VIRTUALI (CIOÈ NON INDIVIDUABILI SPERIMENTALMENTE), DETTE "PARTICELLE VETTORI" O "VETTORI DI CAMPO". SPIEGHIAMOCI CON UN ESEMPIO. SIANO MYERS E MENEGHIN DURANTE UNA PARTITA DELLA NAZIONALE DI BASKET: CARLTON MYERS SI AVVICINA AL CANESTRO CON LA PALLA IN MANO, LA PASSA A MENEGHIN, MA IL PASSAGGIO DI PALLA PROVOCA UN TRASFERIMENTO DI QUANTITÀ DI MOTO CHE SEGNA UNA VARIAZIONE DEL MOTO DI ENTRAMBI I CESTISTI SECONDO LA REGOLA DEL PARALLELOGRAMMO. ALLO STESSO MODO, FEYNMAN INTERPRETÒ L'INTERAZIONE TRA DUE PROTONI (VEDI FIGURA A FIANCO) MEDIANTE LO SCAMBIO DI UN FOTONE VIRTUALE γ , PRIVO DI MASSA A RIPOSO MA DOTATO DI NOTEVOLE ENERGIA. COME SI VEDE, L'AZIONE DI QUESTO FOTONE MODIFICA LA QUANTITÀ DI MOTO DI ENTRAMBE LE PARTICELLE, GIUSTIFICANDO E QUASI "MATERIALIZZANDO" L'AZIONE DEL CAMPO. COME SI VEDE, NON C'È PIÙ « AZIONE A DISTANZA », MA VI È SEMPRE UNO « SCAMBIO » DI PARTICELLE. ANALOGAMENTE, L'INTERAZIONE GRAVITAZIONALE AVREBBE LOGO CON LO SCAMBIO DI UN IPOTETICO « GRAVITONE », DOTATO ANCH'ESSO DI MASSA 0, FINORA NON OSSERVATO. ESSENDO LE PARTICELLE VETTORI PRIVE DI MASSA (E QUINDI DI INERZIA), POSSONO TEORICAMENTE ARRIVARE A DISTANZA INFINITA, E QUINDI LE FORZE ELETTROMAGNETICA E GRAVITAZIONALE HANNO RAGGIO D'AZIONE INFINITO. INVECE LE FORZE NUCLEARI SONO MEDiate DA PARTICELLE VETTORI DI MASSA ENORME, E PERCÒ IL LORO RAGGIO D'AZIONE È LIMITATISSIMO: NON SUPERA LE DIMENSIONI DEL DIAMETRO NUCLEARE. SONO "FORZE A CORTO RAGGIO"

