فزکس کے سات اسباق

کارلو رُویلی

انگریزی سے ترجمہ:

زاہد اِمروز

فصی ملک

فزکس کے سات اسباق

فہرست

۱۔خوب صورت ترین نظریہ

۲۔روشنی کے ذرّات (کوانٹا)

۳۔کائنات کی ساخت

۴۔ذرّات

۵۔سپیس کے ذرّات

۶۔زمان، اِمکان اور بلیک ہولز کی حرارت

۷۔ہمارا وجود

پہلا سبق

خوبصورت ترین نظریہ

اپنی جوانی کے ابتدائی سالوں میں البرٹ آئن شٹائن نے ایک سال فارغ رہ کر گزارہ۔ ایسا کرنا ضروری بھی ہوتا ہے کہ آپ وقت ضائع کیے بغیر کسی مقام پر نہیں پہنچتے۔ افسوس کہ یہ بات ہمارے نوجوان بچوں کے والدین نہیں سمجھتے۔ آئن شٹائن اپنے ہائی سکول کی روایتی تعلیمی سختی برداشت نہ کر سکنے کی وجہ سے جرمنی میں تعلیم کو خیر باد کہہ کر اب اپنے والدین کے ساتھ اٹلی کے ایک چھوٹے سے شہر پاویہ (Pavia) میں رہ رہا تھا۔

یہ بیسویں صدی کے ابتدائی سال تھے۔ اٹلی میں صنعتی انقلاب کا آغاز تھا۔ آئن شٹائن کا باپ ایک انجینئر تھا اور پادان (Padan) کے کھیتوں میں برقی توانائی کے پلانٹ نصب کر رہا تھا۔ اُن دنوں آئن شٹائن فلسفی کانٹ (Kant) کا مطالعہ کرتا تھا۔ وہ پاویہ یونیورسٹی میں داخلہ لیے اور امتحانات کا سوچے بغیر محض نشاطِ دل کی خاطر کبھی کبھی طبیعات (Physics) کے لیکچر لے لیا کرتا تھا۔ یہ وہ طریقہ ہے جس سے آپ آزاد سوچ پیدا کرتے ہیں اور سائنس دان بنتے ہیں۔

اس کے بعد آئن شٹائن نے زیورخ (Zurich) یونیورسٹی میں داخلہ لیا اور باقاعدہ طور پر طبیعات پڑھنے میں مگن ہو گیا۔ کچھ برس میں ہی اس نے تین تحقیقی مقالے لکھے اور اس وقت کے طبیعات کے سب سے بہترین جریدے "اینلز دی فزکس" میں شائع کرنے کے لئے بھیجے۔ یہ تحقیقی مقالے علمی سطح پر اس قدر عمدہ تھے کہ ان میں سے ہر مقالہ نوبل انعام کا مستحق تھا۔ پہلا مقالہ یہ بتاتا ہے کہ جواہر حقیقتاً اپنا وجود رکھتے ہیں، دوسرا کوانٹم میکانیات کی بنیاد فراہم کرتا ہے جس پر ہم اگلے باب میں تفصیلی بات کریں گے اور تیسرا مقالہ آئن شٹائن کے اضافیت (Relativity) کے نظریے کو بیان کرتا ہے جو ''نظریہ خاص اضافیت'' (Special Theory of Relativity) کے نام سے جانا جاتا ہے اور یہ بتاتا ہے کہ طبیعات کی رو سے وقت کوئی حتمی پیمانہ نہیں اور ہر کسی کے لیے وقت ایک جیسا نہیں گزرتا۔ اس کی مشہور مثال کہ کیسے دو جڑواں بھائیوں کی عمر میں فرق آجاتا ہے اگر ان میں سے ایک ساکن رہے جب کہ دوسرا حالتِ حرکت میں ہو۔

اپنے تحقیقی مقالوں کی اشاعت کے بعد آئن شٹائن راتوں رات اہم سائنس دان بن گیا اور بہت سی یونیورسٹیاں اسے ملازمت کی پیش کش کرنے لگیں۔ لیکن کسی شئے نے اسے بے چین رکھا۔ نظریہ اضافیت اپنی فوری قبولیت کے باوجود

نظریہ تجاذب (Law of Gravitation) جو ہمیں یہ بتاتا ہے کی اشیاء کیسے ایک دوسرے کی طرف کشش محسوس کرتی ہیں، کے ساتھ مکمل سائنسی مطابقت نہیں رکھتا تھا۔ آئن شٹائن نے ایسا اُس وقت محسوس کیا جب وہ ایک مقالے میں اپنے نظریہ اضافیت کا خلاصہ بیان کررہا تھا۔ اس نے محسوس کیا کہ قانونِ ہمہ گیر تجاذب (Law of Universal Gravitation) پر جسے جدید طبیعات کے بانی آئزک نیوٹن (Isaac Newton) نے ترکیب دیا تھا، نظریہ اضافیت کے ساتھ سائنسی مطابقت پیدا کرنے کے لئے نظرِ ثانی کی ضرورت ہے۔ آئن شٹائن پوری دل جمی کے ساتھ اس مسئلے میں غرق ہوگیا اور اس عدم مماثلت کو حل کرنے میں اسے دس سال لگے۔ یہ اس کے لیے متعدد کوششوں، غلط صحیح مفروضوں، ان کے تدارک اور بہت سے شاندار تصورات کے دس سال تھے۔

بالآخر 1915ء میں اس نے ایک مضمون شائع کیا جس میں اس نے ایک نئے نظریے کی صورت میں تجاذب (Gravitation) کے مسئلے کا مکمل حل فراہم کیا۔ اس نے اسے عمومی نظریہ اضافیت (General Theory of Relativity) کا نام دیا۔ جو آئن شٹائن کا سائنسی شاہکار اور روسی طبیعات دان لیولنڈاو (Lev Landav) کے مطابق اب تک کا خوبصورت ترین نظریہ ہے۔

کچھ ایسے علمی وفنی شاہکار ہوتے ہیں جو ہم پر بہت گہرا اثر چھوڑتے ہیں۔ جیسا کہ موزارٹ کی ایک دُھن 'سوگ' (Requiem of Mozart)، ہومر کی اوڈیسی (Odyssey of Homer) پوپ کی رہائش گاہ سسٹین چیپل (Sistine Chapel) اور شیکسپیئر کا شاہکار المیہ کنگ لیئر (king Lear)۔ ان کی خوبصورتی کو مکمل سراہنے کے لیے گہرے شعور اور لمبی شاگردی کی ضرورت ہوتی ہے لیکن اس علمی مشقت کا اجر خالص حُسن کی دریافت اور خوبصورتی ہے۔ صرف یہی نہیں بلکہ ہماری آنکھیں دنیا کو ایک نئے نقطہ نظر سے دیکھنے لگتی ہیں۔ آئن شٹائن کا گوہر -- عمومی نظریہ اضافیت -- بھی اسی درجے کا شاہکار ہے۔

مجھے وہ برانگیختگی اب بھی یاد ہے جب میں نے اس کا مطلب سمجھنا شروع کیا تھا۔ وہ گرمیوں کا موسم تھا۔ اپنی یونیورسٹی کے آخری سال کے دوران میں کیلبریا (Calabria) میں کونڈوفری (Condofuri) کے ساحل پر بحیرہ روم کے کنارے سورج کی دھوپ میں بیٹھا تھا۔ پڑھائی اور امتحانات کے بوجھ سے مضطرب ہوئے بنا سب سے بہتر چھٹیوں میں پڑھا جاسکتا ہے۔ میں ایک ایسی کتاب پڑھ رہا تھا جس کے کاغذوں کے کنارے چوہوں نے کُتر ڈالے تھے۔ اس کی وجہ یہ تھی کہ امبرین (Umbrian) پہاڑی کے دامن میں جہاں میں بلونیا (Bologna) میں یونیورسٹی کی کلاسوں سے تھک کر ایک خستہ حال گھر میں پناہ لیتا تھا، میں اس کتاب سے اُس بدقسمت مخلوق کے بلوں کو بند کر دیا کرتا تھا۔ کبھی کبھار میں کتاب سے نظریں اٹھاتا اور لہریں لیتے دمکتے سمندر کو دیکھتا۔ ایسا لگتا جیسے میں زمان و مکان کی خمیدگی (CurvatureSpace-Time) کو دیکھ رہا ہوں جس کا تصور آئن شٹائن نے پیش کیا تھا۔ جیسے کسی جادوئی زبان میں

ایک دوست میرے کان میں کوئی پوشیدہ سچ بتا رہا ہو۔ جیسے سچائی کا پردہ ہٹا کر ایک سادہ اور عمیق ترتیب کو ظاہر کر دیا جائے۔ جب سے ہم نے دریافت کیا ہے کہ زمین گول ہے اور ایک جنونی لٹو کی طرح گھومتی ہے، تب سے ہم سمجھ گئے ہیں کہ حقیقت وہ نہیں ہے جو ہمیں دکھائی دیتی ہے۔ ہر بار جب ہم اس کے کسی نئے پہلو کا نظارہ کرتے ہیں تو یہ ہمارے لیے ایک گہرا اور جذباتی تجربہ ہوتا ہے۔ ایک اور پردہ ہماری آنکھوں سے ہٹ جاتا ہے۔

ان بہت ساری جستوں میں جو ہم نے کائنات کے بارے میں اپنی فہم کو بڑھانے کے لیے لیں، شاید کوئی بھی آئن شٹائن کی علمی اور تخیلاتی جست کے برابر نہیں ہے۔ کیوں؟ اس کی ایک سادہ سی وجہ یہ ہے کہ جب آپ سمجھ لیتے ہیں کہ آئن شٹائن کا یہ (نظریہ) کیسے کام کرتا ہے، تب آپ کو معلوم ہوتا ہے کہ اِس میں دم بخود کر دینے والی سادگی ہے۔ میں یہاں اس نظریے کا مرکزی خیال پیش کرتا ہوں۔

نیوٹن نے دریافت کرنے کی کوشش کی کہ چیزیں زمین کی طرف کیوں گرتی ہیں اور سیارے کیوں گھومتے ہیں۔ اس نے ایک ایسی قوت کا تصور کیا جو تمام مادی اجسام کو ایک دوسرے کی طرف کھینچتی ہے۔ اس نے اسے کششِ ثقل (Gravity) کا نام دیا۔ اسے یہ معلوم نہیں تھا کہ ایک دوسرے سے دور مادی اجسام جن کے درمیان کوئی اور شئے موجود نہیں ہوتی، یہ قوت کیسے عمل کرتی ہے۔ نیوٹن نے اس کے بارے میں کوئی مفروضہ پیش کرنے سے بھی گریز کیا۔ اس نے یہ فرض کیا کہ اجسام خلا میں حرکت کرتے ہیں اور یہ خلا ایک بہت بڑے ڈبّے کی مانند ہے۔ ایک ایسا ڈبہ جو ساری کائنات کو اپنے اندر گھیرے ہوئے ہے۔ ایک بہت بڑی ساخت جس میں اجسام اس وقت تک سیدھے حرکت کرتے رہتے ہیں جب تک کوئی قوت اس کے خطِ مری (Trajectory) کو منحنی یا خمیدہ (Curved) نہ کر دے۔ نیوٹن یہ نہ بتا سکا کہ یہ خلا یا ڈبہ جو اُس نے فرض کیا، کس چیز کا بنا ہوا ہے۔ لیکن آئن شٹائن کی پیدائش سے کچھ سال قبل دو برطانوی سائنسدانوں فیراڈے (Faraday) اور میکسویل (Maxwell) نے نیوٹن کی سرد دنیا میں ایک نہایت ہی اہم جزو برقی مقناطیسی میدان (Electromagnetic Field) کا اضافہ کر دیا۔

یہ برقی مقناطیسی میدان ایک حقیقی شئے ہے جو اِس خلا میں ہر جگہ پھیلا ہوا ہے۔ یہ ایک ندی کی سطح کی طرح مرتعش واہتزاز پذیر (Vibrate and Oscillate) ہوسکتا ہے اور ریڈیائی امواج اور برقی قوت کی ترسیل کر سکتا ہے۔ اپنے بچپن ہی سے آئن شٹائن نے اس برقی مقناطیسی میدان کے تصورات میں بہت دلچسپی محسوس کی۔ اس کا مشاہدہ اس نے پادان (Padan) میں کیا جہاں یہ برقی مقناطیسیت اس کے باپ کے تعمیر کیے ہوئے برقی توانائی کے پلانٹ میں روٹروں (Rotors) کو گھماتی تھی۔ جلد ہی اس نے سمجھ لیا کہ برق (Electricity) کی طرح تجاذب (Gravity) کی ترسیل بھی ایک میدان (Field) کے ذریعے ہوتی ہے۔ ایک برقی میدان کی طرح تجاذبی میدان کا بھی لازماً وجود ہونا چاہیے۔ اس نے یہ سمجھنے کا ارادہ کیا کہ یہ تجاذبی میدان کیسے کام کرتا ہے اور اسے ریاضی کی مساواتوں کی زبان میں کس طرح

بیان کیا جا سکتا ہے۔

یہ وہ لمحہ تھا جب ایک شاندار خیال اس کے دماغ میں آیا کہ ''تجاذبی میدان خلا میں پھیلا ہوا نہیں ہے بلکہ تجاذبی میدان بذاتِ خود خلا ہے''۔ یہ نظریہ عمومی اضافیت کا بنیادی تصور ہے۔ نیوٹن کا خلا جس کے ذریعے چیزیں حرکت کرتی ہیں اور تجاذبی میدان درحقیقت ایک ہی چیز ہیں۔

یہ ایک آگہی کا لمحہ ہے، دنیا کی ایک شاندار توضیح۔ خلا اور مادہ دو جدا اشیا نہیں ہیں بلکہ یہ دنیا کا ہی ایک مادی جزو ہیں۔ ایک ایسی شئے جس میں ہلکورے (Ripples) پیدا ہو سکتے ہیں، جس میں کھچاؤ پیدا ہو سکتا ہے، جو خمیدہ ہو سکتی ہے اور جس میں بل پڑ سکتے ہیں۔ ہم کسی ٹھوس، غیر مرئی (Invisible) نوعیت کے بنیادی کائناتی ڈھانچے میں موجود نہیں ہیں بلکہ یوں سمجھیں کہ ہم کسی بہت بڑے گھونگھے (Snail) کے لچک دار خول میں موجود ہیں۔ سورج اپنے اردگرد خلا کو خمیدہ کرتا ہے اور زمین اس کے گرد کسی قوت کے زیرِ اثر نہیں گھومتی بلکہ وہ تو ایک ایسے خلا میں سیدھا جانا چاہتی ہے جو خم دار ہے۔ بالکل اس طرح جیسے ایک پتھر قیف میں لڑھکتا ہے۔ قیف کے مرکز پر کوئی نامعلوم قوت پیدا نہیں ہوتی بلکہ یہ اس قیف کی دیواروں کی خمیدہ ساخت ہے جو اس کو لڑھکنے پر مجبور کرتی ہے۔ سیّارے سورج کے گرد گھومتے ہیں اور چیزیں اس لیے گرتی ہیں کیوں کہ خلا بذات خود خمیدہ ہے۔

ہم خلا کے خم دار ہونے کو کیسے بیان کر سکتے ہیں؟ انیسویں صدی کے سب سے ممتاز ریاضی دان کارل فریڈرک گاوز (Carl Fredrick Gauss) نے جو ''ریاضی کا بادشاہ'' کے نام سے بھی جانا جاتا ہے، دو ابعادی (Two Dimensional) سطحوں جیسا کہ پہاڑوں کی سطح ہوتی ہے کو بیان کرنے کے لیے ریاضی کا ایک کلیہ لکھا۔ اس نے اپنے ایک طالب علم کو کہا کہ وہ اس کلیے کی اس طرح تعمیم (Generalization) کرے کہ یہ تین یا اس سے زیادہ ابعادی خلا کا بھی احاطہ کرے۔ اس طالب علم نے جس کا نام برنارڈ ریمان (Bernhard Riemann) تھا، ایک ایسا اثر انگیز مقالہ لکھا جو بظاہر بالکل بے کار معلوم ہوتا تھا۔ ریمان کے مقالے کا نتیجہ یہ تھا کہ کسی بھی خم دار خلا (Curved Space) کی خصوصیات کو ایک خاص ریاضیاتی شئے سے بیان کیا جا سکتا ہے جو ریمانی انحنا (Riemann Curvature) کہلاتی ہے اور اسے انگریزی کے حرفِ تہجی R سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ آئن شٹائن نے ایک مساوات لکھی جو یہ کہتی ہے کہ R مادہ کی توانائی کے برابر ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ جہاں مادہ موجود ہوگا وہاں خلا خم دار ہو جائے گا۔ یہ مساوات آدھی لائن میں سما سکتی ہے اور اس میں اور کچھ بھی نہیں ہے۔ محض ایک تصور کہ مادے کی موجودگی کی وجہ سے خلا خم دار ہو جاتا ہے، ریاضی کی ایک مساوات بن گئی۔ لیکن اس مساوات کے اندر ایک کائناتی ذخیرہ موجود ہے۔ اِس نظریے کی اہمیت اور شادابی ان پیش گوئیوں کی تعبیر میں کھلتی ہے جو بظاہر ایک دیوانے کی بڑ کے مشابہہ لگتی ہیں لیکن بالآخر وہ تمام کی تمام سچ ثابت ہوتی ہیں۔

یہ ریاضیاتی مساوات بتاتی ہے کہ ایک ستارے کے اردگرد خلا کیسے خم دار ہوتی ہے۔ خلا میں اس خم کی وجہ سے نہ

صرف سیارے اس کے گرد گھومتے ہیں بلکہ روشنی بھی اپنے راستے سے منحرف ہو جاتی ہے۔ آئن شٹائن نے پیش گوئی کی کہ سورج اپنے قریب سے گزرنے والی روشنی کو اس کے راستے سے منحرف کر دیتا ہے۔ 1919ء میں اس انحراف کی طبعی پیمائش کی گئی جس سے اس پیش گوئی کی تصدیق ہوگئی۔ دراصل صرف خلا ہی خمیدہ نہیں ہوتا بلکہ وقت بھی خمیدہ ہو جاتا ہے۔ آئن شٹائن نے پیش گوئی کی کہ وقت زمین کی سطح کی نسبت بلندی پر زیادہ تیزی سے گزرتا ہے۔ اس سائنسی مشاہدے کی تجربات کی مدد سے پیمائش کی گئی اور نتیجہ بالکل صحیح نکلا۔ اگر ایک شخص جو ہمیشہ سطح سمندر پر رہا ہو، اپنے جڑواں بھائی سے ملے جو پہاڑوں میں رہا ہو تو وہ دیکھے گا کہ اس کا بھائی اس کی نسبت زیادہ بوڑھا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ وقت ایک غیر حتمی شے ہے جو نظریہ اضافیت کے مطابق جڑواں بھائیوں کے لئے الگ الگ جگہوں پر رہنے کی وجہ سے الگ طرح سے گزرتا ہے۔ یہ تو ابھی حقیقت کے مشاہدے کی صرف شروعات ہے۔

ایک ستارہ جو اپنا سارا ایندھن (ہائیڈروجن) استعمال کر چکا ہوتا ہے اپنے ہی وزن کے تحت منہدم ہو کر خلا میں اتنا خم پیدا کر دیتا ہے کہ اس سے خلا میں ایک حقیقی سوراخ بن جاتا ہے۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کہ جلنے سے پیدا ہونے والا دباؤ اس انہدام کو روکنے کے لیے ناکافی ہو جاتا ہے۔ یہ سوراخ مشہورِ زمانہ بلیک ہول (Black hole) کہلاتے ہیں۔ جن دنوں میں یونیورسٹی میں پڑھ رہا تھا، اِن کو ایک غیر معروف سے نظریے کی قابلِ یقین پیش گوئی گمان کیا جاتا تھا۔ آج ان بلیک ہولز کا سینکڑوں کی تعداد میں مشاہدہ کیا جا چکا ہے اور ہیئت دانوں نے اِن کا تفصیلی مطالعہ کیا ہے۔

بات ابھی ختم نہیں ہوئی۔ سارے کا سارہ خلا پھیل اور سکڑ سکتا ہے۔ آئن شٹائن کی مساوات مزید یہ بتاتی ہے کہ خلا جامد نہیں رہ سکتا۔ یہ لازماً پھیل رہا ہے۔ 1930ء میں کائنات کے پھیلاؤ کا حقیقتاً مشاہدہ کیا گیا۔ یہی مساوات یہ بھی بتاتی ہے کہ یہ پھیلاؤ ایک دھماکے کی صورت میں ایک نہایت چھوٹی، شدید سکڑی ہوئی اور نہایت گرم کائنات سے شروع ہوا جس کو ہم بگ بینگ (Big Bang) کے نام سے جانتے ہیں۔ پہلے پہل اس تصور پر کسی نے یقین نہیں کیا لیکن اس کے ثبوت کونیاتی پس منظری شعاعوں (Cosmic Background Radiations) کی صورت جو کہ اصل دھماکے سے پیدا ہونے والی تپشی شعاعوں کی مدھم باقیات ہیں، جمع ہوتے رہے۔ آئن شٹائن کی مساوات کی بنیاد پر کی گئی پیش گوئی سچ ثابت ہوگئی۔ ابھی بھی یہ نظریہ کہتا ہے کہ خلا سمندر کی سطح کی طرح حرکت کرتا ہے۔ اِن ثقلی امواج (Gravitational Waves) کا مشاہدہ آسمان میں موجود جڑواں ستاروں (Binary Stars) کے ذریعے کیا گیا۔ اس مشاہدے کا نتیجہ حیران کن حد تک اس نظریے سے درست مطابقت رکھتا ہے۔

قصہ مختصر کہ آئن شٹائن کا یہ نظریہ اضافت ایک رنگا رنگ اور حیران کر دینے والی دنیا کو بیان کرتا ہے۔ جہاں کائنات پھٹتی ہے، خلا ایک بے تہہ سوراخ میں منہدم ہوتا ہے، وقت ڈھیلا پڑ کر سیاروں کے قریب سست ہو جاتا ہے اور بین النجوم پھیلے بے انتہا خلا میں ہلکورے پڑتے ہیں جو سمندر کی سطح کی طرح لہراتے ہیں۔ یہ سب کچھ جو ایک چوہوں کی چبائی گئی

کتاب سے ظاہر ہوا، کسی مجنوں کی حالتِ جنون میں سنائی گئی کوئی داستاں نہیں تھی اور نہ ہی کیپلر یا کے سمندر یا بحیرہ روم کے جلتے سورج کا فریبِ نظر۔ یہ حقیقت ہے۔ بلکہ اُس حقیقت کی محض ایک جھلک جو ہمارے روزمرہ کے دھندلے اور عام نقطہ نظر سے کم پوشیدہ ہے۔ ایک حقیقت جو بالکل اسی مواد سے بنی ہوئی دکھائی دیتی ہے جس سے ہمارے خواب بنے ہیں۔ لیکن یہ ہمارے دھندلے خوابوں کی نسبت زیادہ حقیقی ہے۔

یہ سب کچھ ایک وجدان کا نتیجہ ہے کہ خلا اور تجاذبی میدان درحقیت ایک ہی شئے ہیں۔ ایک سادہ سی مساوات جس کو یہاں لکھے بنا میں نہیں رہ سکتا اور آپ شائد اس کے ریاضیاتی معنی نہ سمجھ پائیں لیکن پھر بھی پڑھنے والا اس کی حیران کن سادگی کا ضرور معترف ہو جائے گا۔

$$R_{ab}-1/2\ Rg_{ab}=T_{ab}$$

یقیناً اس مساوات کو پڑھنے اور اطلاق کرنے کے لیے آپ کو ریمانی ریاضی کے تصورات اور تکنیک کو سمجھنا ہوگا۔ اس کے لیے تھوڑی سی کوشش اور عزم کی ضرورت ہے۔ لیکن پھر بھی یہ اس عزم اور کوشش سے کم ہے جو آپ کو بیتھوفن (Beethoven) کی سٹرنگ کوارٹٹ کو سمجھنے اور سراہنے کے لئے درکار ہے۔ دونوں صورتوں میں اس کا اجر انتہائی خوبصورتی کے مکاشفے اور دنیا کو دیکھنے کی ایک نئی بصارت کا حاصل ہونا ہے۔