

# TUTTI QUANTUM

EN

Welcome to the world of fundamental particles! Here, the rules of Quantum Mechanics and Einstein's Relativity make particles appear from nowhere, travel through walls and behave in extraordinary ways! Will you ever be able to understand how it functions? With Tutti Quantum, you'll learn seven simple rules for connecting particles so you can build the most extravagant Feynman diagram. Each graph corresponds to a real-world particle phenomenon, whether that is an explanation of the blue sky or the discovery of the Higgs boson. The rarest processes are worth a Nobel prize... and if you find them, you'll win – the game, that is!

More information about un-solved, rules in other languages and a useful document are available at: [un-solved.com/game](http://un-solved.com/game)



2-4



15'



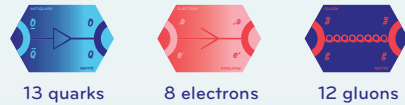
8-99

HEL·  
VETIQ

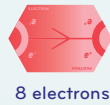
un  
solved

## GAME COMPONENTS

• 44 elementary particle cards:



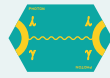
13 quarks



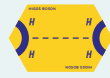
8 electrons



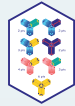
12 gluons



7 photons



4 Higgs bosons



4 reference cards



1 first-player pawn



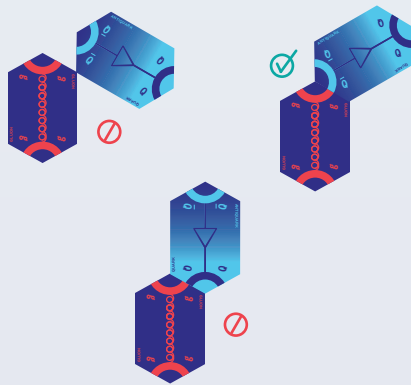
42 score tokens

## GOAL OF THE GAME

The game can be played either competitively or cooperatively, but we suggest starting with the competitive mode as you familiarize yourself with the rules. In both modes, your goal is to place elementary particles together to form a Feynman diagram, and so earn yourself the most points, and the winner will have found the rarest process in nature.

## Rules for playing cards

The players place their first card somewhere in front of them. All subsequent cards must be placed adjacent to at least one card already on the table. The cards must be placed in such a way that the lines meet at the points, which are called vertices (vertices is the plural of vertex).



A complete vertex is a group of 3 cards arranged around the same point. Some vertices are valid – since they represent how particles interact with each other – and so will give you points; however, invalid vertices will instead lose you points. When you complete a vertex by playing a third card around it, you immediately place the scoring token on it, to show the points earned. See the "Scoring" section below.

The game ends once all the cards have been drawn and placed, and the players should all have the same number of particles in front of them. Everyone counts their points, and the winner is the one with the most points. In the event of a tie, the player with the fewest invalid vertices wins. If the players are still tied, the winner is the one with the most vertices worth 6 points, then 4 points, 3 points and then finally, 2 points.

## SCORING

You score points for every valid complete vertex in your diagram. The vertices worth more points represent rarer natural processes.

The illustration on the right shows every possible complete vertex.

All other complete vertices are invalid, and so are vertices composed of only 2 different types of particle. At the end of the game you will lose 1 point per invalid vertex, since these do not appear in nature. Incomplete vertices that are composed of 2 of the same particle are considered to be valid, but do not give you any points. Vertices with only 1 particle are ignored and they don't lose you points.

## COMPETITIVE MODE

The players compete to score the most points. The more points you score, the rarer the process diagram is.

### SETUP

- Give each player a reference card.
- Shuffle all the particle cards together. If there are 3 players, randomly discard 5 cards and put them back in the box: These won't be used.
- Give each player one card: This card is kept secret, and will be added to your diagram after the final round. Remember it well!
- Place the remaining particle cards face down in a draw pile. Leave enough space for each player to make a diagram in front of them.
- Sort the score tokens by type and flip half of them so that all 7 different sides are visible. Scoring is not limited to the upturned sides: You can use the reverse side of the tokens.
- Draw the appropriate number of cards and place them face up in the center of the table. The chart below specifies the number of cards revealed and the number of rounds played:

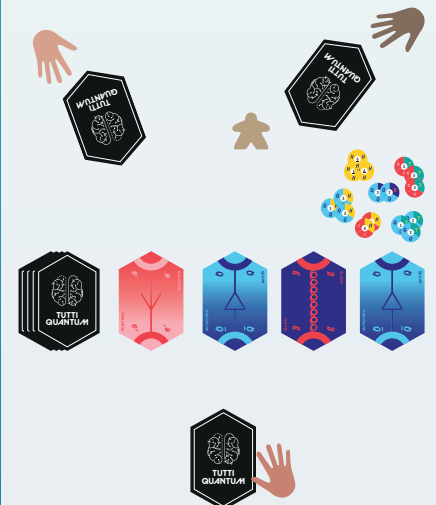
PLAYERS	CARDS	ROUNDS
2	3	14
3	4	9
4	5	8

The youngest player will play first, so takes the first-player pawn.

## HOW TO PLAY

Each player will make their own diagram. The first player chooses an upturned particle card from the center, and immediately places it in their diagram. Play continues clockwise, with each player taking a card in the same way, and the first player will take the final card. The first-player pawn then passes to the next player clockwise, new cards are drawn and placed face up on the table, and the next round begins.

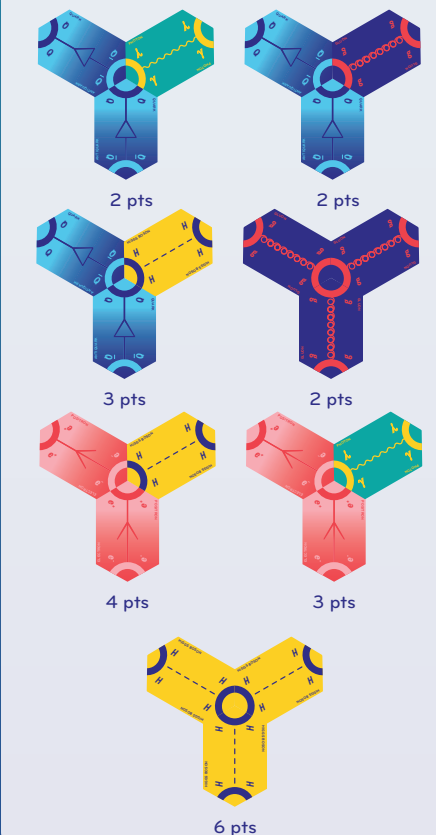
The game ends when there are no more cards to draw. All players reveal their secret card and place it in their diagram.



**Important:** The electrons and quarks are electrically charged particles, indicated by the arrow on those cards. They must be placed in such a way that the arrow continues in the same direction from one card to the next, otherwise they will create an invalid vertex.



## COMPLETE VALID VERTICES



## ADVANCED SCORING

You can score 2 bonus points for every valid loop in your diagram at the end of the game. A loop is a closed hexagon composed of 6 cards. For a loop to be valid, it must be composed of 6 valid (complete or not) vertices. You do not get bonus points for invalid loops.

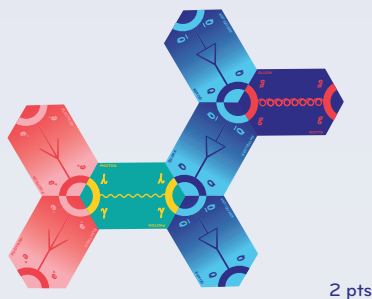
### VALID LOOP



## EXPERT SCORING

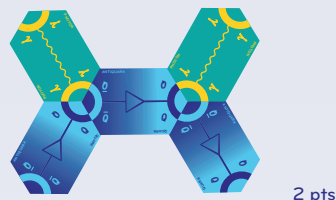
Are you now an expert in particle physics and ready to go to the next level? Over the course of the game, try to form the following sub-diagrams. Count your points in the usual way at the end of the game, then add points for the sub-diagrams.

1. **Why atoms stay together:** In the world of particles, the electric force is carried by photons. It keeps electrons and quarks together in atoms.



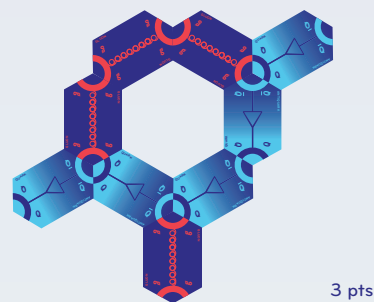
2 pts

2. **The blue sky:** Light is made up of photons, and this diagram illustrates how it is reflected by matter – i.e. quarks and electrons. This process is more likely to appear with blue light, hence the sky's color.



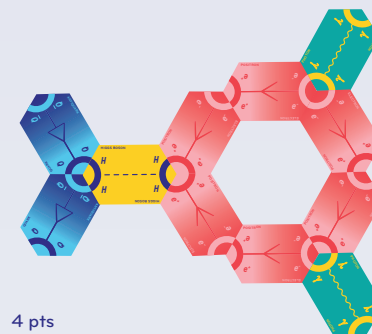
2 pts

3. **Nobel Prize 2004:** Diagrams like this one have shown that the force inside nuclei is stronger when the distance is longer and gets weaker and weaker as the distance gets shorter, in a similar way to a spring being pulled out.



3 pts

4. **The discovery of the Higgs boson:** In 2012, a new particle was discovered at CERN through its decay into two photons, which are light particles.



4 pts

**Important:** Due to the number of cards needed to build these diagrams, this variant only works with 2 players (when playing competitively). If you have more than 2 players, you could divide the players into 2 teams, or instead play cooperatively.

## COOPERATIVE MODE

In this mode, the players all work together on the same diagram, and the goal is to make a valid diagram worth as many points as possible.

### SETUP

- Shuffle all the particle cards together and place them on the table in a facedown draw pile.
- Draw the top card from the pile and place it on the table: This starts the common diagram.
- Each player draws 2 cards and puts them in their hand.
- Discard the next card from the draw pile without revealing it.



## HOW TO PLAY

The players must never talk about the cards in their hand. They may tell the others where they would like to play a card or where the others should not play, but they are not allowed to be more precise.

After separately looking at their cards, the players decide together who will begin. They take turns clockwise, with each player placing one card from their hand into the common diagram. The placement and scoring rules are the same as for the competitive mode. Once a player has placed a card, they decide which of the following two options to play:

- Draw 1 card so your hand goes back up to 2 cards AND discard the top card from the draw pile without revealing it.
- Discard the card left in your hand without revealing it AND then draw 2 new cards.

If the draw pile is empty, skip this step and play until everyone has played all the cards in their hands.

### END OF THE GAME

When all the players are out of cards, the game ends. If the diagram contains invalid vertices, the players lose the game. Reminder: Incomplete vertices featuring the same particle twice are valid, but all other incomplete vertices are invalid.

If your diagram is entirely valid, you have won the game! Count how many points your diagram is worth and check how well you did in the table below:

SCORE	RESULT
> 38 points	You will probably win the next Nobel Prize!
35-38 points	You should consider doing a PhD in Particle Physics!
32-34 points	You must have worked as a team of real experimental physicists!
29-31 points	You are starting to understand the secrets of fundamental particles, but you'll need to communicate better in the future!
26-28 points	The secrets of fundamental particles lie before you, but you need to spend more time studying in order to understand them.
< 26 points	You need to be more careful when playing around with subatomic particles. Study more and try again!

Have you got the hang of the cooperative mode? Then try making loops and using the advanced scoring rules. Add even more challenge by embarking on one of the expert scoring "missions"!

## CREDITS

**Project idea and development**  
Francesco Riva,  
Alexander Monin  
EPFL+ECAL LAB

**Director**  
Nicolas Henchoz  
**Project team of designers, engineers and psychologists**  
Romain Collaud,  
Lara Défayes,  
Béatrice Durandard,  
Matthieu Girel,  
Yves Kalberer,  
Delphine Ribes,  
Lucas Sassoli,

**Andreas Sonderegger and Lazar Stojkovic**  
**Game development**  
Helvetiq  
**Funding**  
Swiss National Science Foundation and University of Geneva, Physics Section  
**Design & illustrations**  
Ajša Zdravković  
**Copy editing**  
Board Game Circus (Harriet Cooper)

Swiss National Science Foundation

UNIVERSITÉ DE GENÈVE  
FACULTÉ DES SCIENCES

EPFL+ECAL LAB

# TUTTI QUANTUM

FR

Bienvenue dans le monde des particules fondamentales ! Ici, les règles de la Mécanique Quantique et la Relativité d'Einstein font apparaître des particules de nulle part, traversant même les murs, agissant de manière extraordinaire ! Serez-vous à même de comprendre leurs lois ? Avec Tutti Quantum, apprenez sept règles simples pour assembler des particules et construisez le diagramme de Feynman le plus extravagant. Chaque graphe correspond à un phénomène réel dans la nature : de la couleur bleue du ciel à la découverte du boson de Higgs. Les processus les plus rares peuvent mener à un prix Nobel... en découvrir vous fera certainement gagner - la partie, du moins !

Pour plus d'informations à propos d'un-solved, les règles dans d'autres langues et un dossier informatif, rendez-vous sur : [un-solved.com/game](http://un-solved.com/game)



2-4



15'



8-99

HEL·  
VETIQ

un  
solved

## MATÉRIEL

44 cartes Particule Élémentaire :



13 quarks

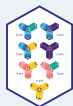
8 électrons

12 gluons



7 photons

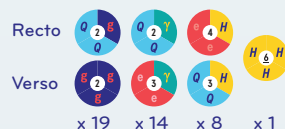
4 bosons de Higgs



4 aides de jeu



1 pion premier joueur



42 jetons Points

## BUT DU JEU

Le jeu peut être joué en compétition ou en coopération. Nous suggérons de commencer par le mode compétitif pour s'habituer au jeu. Dans les deux modes, votre objectif sera d'assembler des Particules Élémentaires pour former un diagramme de Feynman, marquant ainsi le plus de points possible, avec pour but de trouver les processus les plus rares possibles.

## MODE COMPÉTITIF

Votre but sera de marquer le plus de points possible pour gagner et ainsi construire le diagramme du processus le plus rare.

### MISE EN PLACE

- Donnez une aide de jeu à chaque joueur et joueuse.
- Mélangez toutes les cartes Particule Élémentaire. Si vous jouez à 3, remettez 5 cartes aléatoirement dans la boîte : elles ne seront pas utilisées.
- Distribuez une carte Particule Élémentaire face cachée à chaque adversaire : il s'agit d'une carte secrète, qui sera ajoutée au diagramme à la toute fin du jeu. Ne l'oubliez pas !
- Formez une pioche face cachée avec les cartes restantes. Prévoyez suffisamment d'espace devant chaque joueur et joueuse.
- Triez les jetons Points par type puis retournez-en la moitié de manière à avoir les 7 faces différentes visibles. Si au cours de la partie, une face vient à manquer, retournez les jetons restants.
- Révélés au centre de la table autant de cartes de la pioche que le nombre d'adversaires, plus 1. Le tableau suivant récapitule le nombre de cartes révélées à chaque manche et indique le nombre de manches que durera la partie :

JOUEURS	CARTES RÉVÉLÉES	MANCHES
2	3	14
3	4	9
4	5	8

Le ou la plus jeune commence : donnez-lui le pion Premier Joueur.

### DÉROULEMENT DE LA PARTIE

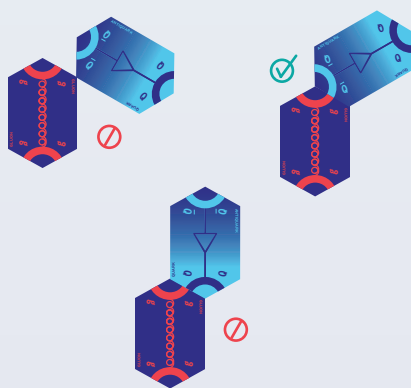
Chaque adversaire construit son propre diagramme. Celui ou celle qui possède le pion Premier Joueur choisit une Particule Élémentaire parmi celles révélées au centre de la table et la place immédiatement dans son diagramme. En continuant dans le sens des aiguilles d'une montre, chacun et chacune choisit une Particule Élémentaire parmi celles restantes et la place. La dernière carte revient à celui ou celle qui possède le pion Premier Joueur. Passez ensuite le pion Premier Joueur dans le sens des aiguilles d'une montre, révéléz de nouvelles Particules Élémentaires et une nouvelle manche commence.

La partie se termine lorsque la pioche est épuisée. Chaque adversaire révèle alors sa carte secrète et la place dans son diagramme.



### Règles de placement des cartes

La première carte est placée devant vous. Toutes les suivantes doivent partager au moins un petit côté avec une carte déjà placée dans votre diagramme. Les cartes sont placées de manière à ce que les lignes se rejoignent en des points appelés sommets.



Un sommet complet est un groupe de 3 cartes qui sont disposées autour d'un même point. Certains sommets sont valides - ils représentent une interaction entre les particules - et vous donnent des points ; en revanche, les sommets invalides vous font perdre des points. Lorsque vous complétez un sommet valide en jouant une troisième carte, placez immédiatement un jeton de score dessus en fonction du sommet formé. Pour plus de détails, référez-vous à la section "Comptage des points" ci-après.

### FIN DU JEU

La partie se termine une fois toutes les cartes révélées et placées. Chaque joueur et joueuse a alors un diagramme contenant le même nombre de cartes. Comptez vos points : c'est celui ou celle qui a le plus grand nombre de points qui gagne la partie. En cas d'égalité, comparez le nombre de sommets invalides : c'est celui ou celle qui en a le moins qui gagne la partie. Si l'égalité persiste, c'est celui ou celle qui possède le plus de sommets valant 6 points, puis 4 points, 3 points et finalement, 2 points.

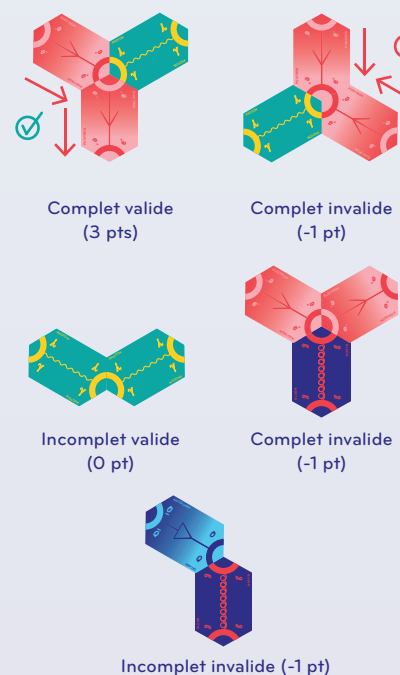
### COMPTAGE DES POINTS

Vous marquez des points pour chaque sommet complet et valide de votre diagramme. Les sommets valant davantage de points représentent des processus naturels plus rares.

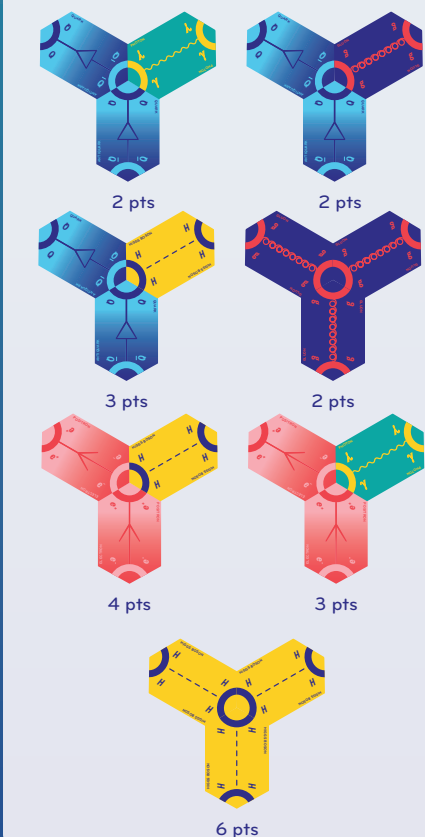
Le tableau ci-contre indique tous les sommets complets possibles.

Tous les autres sommets complets sont invalides, ainsi que les sommets composés de 2 particules différentes uniquement. Les sommets invalides vous font perdre 1 point chacun, car ils ne peuvent pas se produire dans la nature. Les sommets incomplets composés de 2 fois la même particule sont considérés comme valides, mais ne rapportent pas de points. Les sommets avec seulement 1 particule sont ignorés et ne font pas perdre de points.

**Important :** Les électrons et les quarks sont des particules chargées électriquement, raison pour laquelle on les représente avec une flèche. Elles doivent être placées de manière à prolonger la flèche dans la même direction entre les cartes. Sinon, elles forment un sommet invalide.



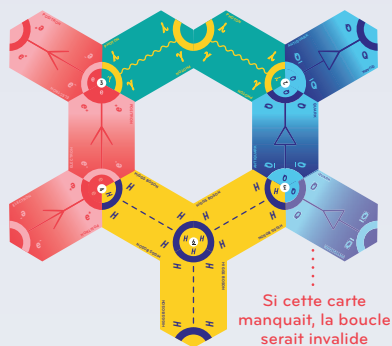
### SOMMETS COMPLETS VALIDES



## RÈGLE AVANCÉE

Ajoutez 2 points bonus par boucle valide dans votre diagramme à la fin du jeu. Une boucle est un hexagone fermé de 6 cartes. Pour qu'une boucle soit valide, elle doit être composée de 6 sommets valides. Les boucles invalides ne donnent aucun bonus.

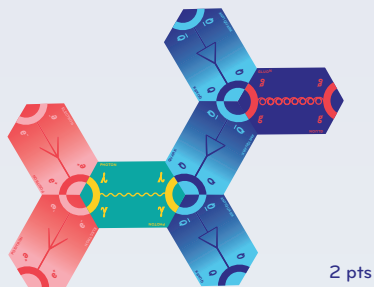
### BOUCLE VALIDE



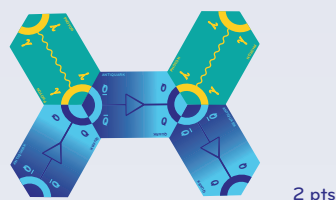
## RÈGLE EXPERT

Êtes-vous devenus des experts en physique des particules prêts à attaquer le niveau supérieur ? Durant la partie, essayez de former les sous-diagrammes ci-dessous. À la fin du jeu, comptez vos points comme d'habitude, puis ajoutez les points de vos éventuels sous-diagrammes.

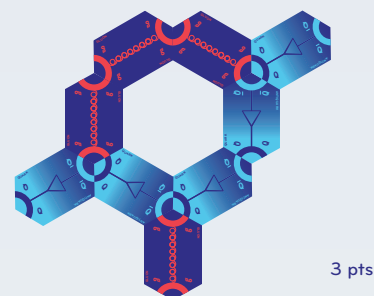
**1. Ce qui lie les atomes ensemble :** Dans le monde des particules, la force électrique est transportée par les photons. C'est ce qui lie les électrons et les quarks ensemble dans les atomes.



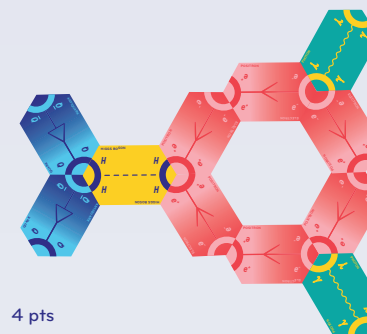
**2. Le ciel bleu :** La lumière est faite de photons. Ce diagramme illustre la réflexion de la lumière par la matière, c'est-à-dire les quarks et les électrons. Ce processus apparaît plus fréquemment sous une forme de lumière bleue, donnant sa couleur au ciel.



**3. Prix Nobel 2004 :** Des diagrammes comme celui-ci ont montré que les forces au sein des noyaux sont plus fortes lorsque la distance est plus grande et diminuent à mesure que la distance se réduit. C'est un peu comme lorsque l'on tend un ressort



**4. La découverte du boson de Higgs :** En 2012, une nouvelle particule a été découverte au CERN par sa désintégration en deux photons, qui sont des particules de lumière.



**Important :** Étant donné le grand nombre de cartes requis pour former un sous-diagramme, ce mode ne peut être joué qu'à 2 (en compétition). Si vous êtes plus que 2 adversaires, vous pouvez décider de former 2 équipes ou de jouer en coopération.

## MODE COOPÉRATIF

Dans ce mode, vous jouerez ensemble sur le même diagramme et votre but sera de faire un diagramme valide valant le maximum de points possible.

### MISE EN PLACE

- Mélangez toutes les cartes Particules Élémentaires et formez une pioche face cachée.
- Révélez la carte du sommet de la pioche et placez-la au centre de la table : il s'agit de la première particule de votre diagramme commun.
- Chaque joueur et joueuse pioche 2 cartes et les garde en main.
- Défaussez la première carte de la pioche sans en prendre connaissance.



## DÉROULEMENT DE LA PARTIE

Il est interdit de parler des cartes que vous possédez. Vous avez le droit de suggérer aux autres où vous souhaiteriez qu'une carte soit placée ou leur indiquer où vous ne souhaiteriez pas qu'ils ou elles jouent, mais ne pouvez pas être plus précis que cela.

Après avoir pris connaissance de vos cartes, choisissez qui commence la partie. Ensuite, dans le sens des aiguilles d'une montre, chacun et chacune ajoute une carte de sa main au diagramme commun. Les règles de placement et comptage de points sont les mêmes que celles du mode compétitif. Après avoir ajouté une carte de votre main, vous devez au choix :

- Piocher 1 carte pour en avoir à nouveau 2 en main ET défausser la première carte de la pioche sans en prendre connaissance.
- Défausser la carte qu'il vous reste en main sans la révéler aux autres ET piocher 2 cartes.

Si la pioche est épuisée, cette dernière étape est ignorée, mais vous continuez de jouer jusqu'à ce que vous n'avez plus de cartes en main.

### FIN DU JEU

Lorsque vous n'avez plus de cartes à jouer, c'est la fin du jeu. Si votre diagramme contient des sommets invalides, la partie est perdue. Rappel : les sommets incomplets composés de deux fois la même particule sont valides, mais tous les autres sommets incomplets sont invalides.

Si votre diagramme est complètement valide, vous avez gagné la partie ! Comptez les points de votre diagramme et découvrez à quel point vous avez été bons dans le tableau ci-dessous :

SCORE	RÉSULTAT
> 38 points	Aucun doute : le prochain prix Nobel, c'est vous !
35-38 points	Avez-vous déjà envisagé un doctorat en physique des particules ?
32-34 points	Vous êtes une super équipe de physiciens expérimentés !
29-31 points	Vous commencez à comprendre les secrets des particules microscopiques, mais vous devriez communiquer davantage !
26-28 points	Les secrets des particules fondamentales sont à portée de main, mais il vous faudra étudier mieux pour les comprendre.
< 26 points	Vous devriez faire attention lorsque vous observez des particules microscopiques. Révissez les bases et réessayez !

Êtes-vous à l'aise avec le mode coopératif ? Essayez de faire des boucles et utilisez la règle avancée. Pour encore plus de challenge, tentez l'une des "missions" proposées par la règle expert !

## CRÉDITS

**Idee et développement du projet**  
Francesco Riva,  
Alexander Monin

**EPFL+ECAL LAB**  
Directeur  
Nicolas Henchoz

**Équipe de designers, ingénieurs et psychologues :**  
Romain Collaud,  
Lara Défayes,  
Béatrice Durandard,  
Matthieu Girel,  
Yves Kalberer,

Delphine Ribes,  
Lucas Sassoli,  
Andreas  
Sonderregger et  
Lazar Stojkovic

**Développement Helvetiq**

**Soutien financier**  
Fonds national suisse et Université de Genève, section de physique

**Design & illustrations**  
Ajša Zdravković

Fonds national suisse

UNIVERSITÉ DE GENÈVE  
FACULTÉ DES SCIENCES

EPFL+ECAL LAB

# TUTTI QUANTUM

DE

Willkommen in der Welt der Elementarteilchen! Hier sorgen die Regeln der Quantenmechanik und Einsteins Relativitätstheorie dafür, dass Teilchen aus dem Nichts entstehen, sich durch Wände bewegen und sich auf außergewöhnliche Weise verhalten! Wirst du verstehen, wie das funktioniert? Mit Tutti Quantum lernst du sieben einfache Regeln, mit denen du Teilchen verbindest und außergewöhnliche Feynman-Diagramme erstellst. Jedes Diagramm entspricht einem realen Teilchenphänomen – sei es die Erklärung für den blauen Himmel oder die Entdeckung des Higgs-Bosons. Die seltensten Prozesse sind einen Nobelpreis wert ... und wenn du sie findest, gewinnst du das Spiel!

Mehr Informationen zu un-solved sowie Regeln in anderen Sprachen und ein nützliches Dokument findest du unter: [un-solved.com/game](http://un-solved.com/game)



2-4



15'



8-99

HEL·VETIQ

un-solved

## SPIELMATERIAL

• 44 Elementarteilchen-Karten:



13 Quarks

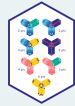
8 Elektronen

12 Gluonen



7 Photonen

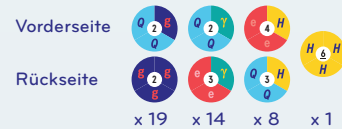
4 Higgs-Bosonen



4 Spielhilfen



1 Startmarker



Vorderseite

Rückseite

x 19 x 14 x 8 x 1

42 Punktemarker

## ZIEL DES SPIELS

Ihr könnt entweder im Wettkampfmodus gegeneinander spielen oder im kooperativen Modus miteinander. Um euch mit den Regeln vertraut zu machen, spielt am besten zuerst gegeneinander. In beiden Modi ist es euer Ziel, Elementarteilchen so aneinanderzulegen, dass sie ein Feynman-Diagramm bilden, und damit die meisten Punkte zu sammeln.

## ENDE DES SPIELS

Das Spiel endet, nachdem ihr alle Karten vom Nachziehstapel ausgelegt und bei euch angelegt habt. Dann habt ihr alle die gleiche Anzahl an Karten vor euch liegen. Zählt nun eure Punkte. Wer die meisten Punkte hat, gewinnt. Bei Gleichstand gewinnt von den daran Beteiligten, wer die wenigsten ungültigen Knoten hat. Herrscht erneut Gleichstand, gewinnt, wer die meisten Knoten hat, die 6 Punkte wert sind, dann 4 Punkte, 3 Punkte und schließlich 2 Punkte.

## WERTUNG

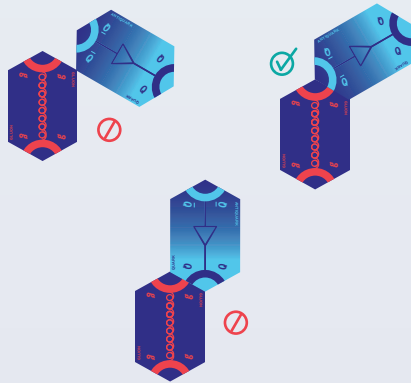
Du erhältst Punkte für jeden gültigen, vollständigen Knoten in deinem Diagramm. Die Knoten, die mehr Punkte wert sind, stehen für seltene natürliche Prozesse.

Die Abbildung auf der rechten Seite zeigt alle gültigen, vollständigen Knoten.

Alle anderen vollständigen Knoten sind ungültig, ebenso wie Knoten, die nur aus 2 verschiedenen Arten von Teilchen bestehen. Am Ende des Spiels verlierst du 1 Punkt pro ungültigem Knoten, da diese in der Natur nicht vorkommen. Unvollständige Knoten, die aus 2 gleichen Teilchen bestehen, gelten als gültig, geben aber keine Punkte. Knoten aus nur 1 Teilchen werden ignoriert und geben keine Punkte.

## Karten ausspielen

Die erste Karte legt ihr einfach vor euch ab. Alle weiteren Karten müsst ihr mit einer kurzen Seite an mindestens 1 bereits auf dem Tisch liegende Karte anlegen. Ihr müsst sie so platzieren, dass sich die Linien an den Spitzen treffen. So entsteht ein Knoten (auch „Vertex“ genannt).



Ein vollständiger Knoten besteht aus 3 Karten, die um dieselbe Spitze angeordnet sind. Einige Knoten sind gültig, weil sie korrekt darstellen, wie Teilchen miteinander interagieren, und bringen dir Punkte. Für ungültige Knoten hingegen verlierst du Punkte. Vervollständigt du einen Knoten, indem du die dritte Karte anlegst, lege sofort den entsprechenden Punktemarker auf diesen Knoten, um die erzielten Punkte anzuzeigen (siehe „Wertung“ rechts).

Wer das schafft, hat den seltensten Prozess in der Natur gefunden und gewinnt!

## WETTKAMPFMODUS

Ihr wetteifert darum, die meisten Punkte zu erzielen. Je mehr Punkte du erzielst, desto seltener ist dein Diagramm.

## SPIELAUFBAU

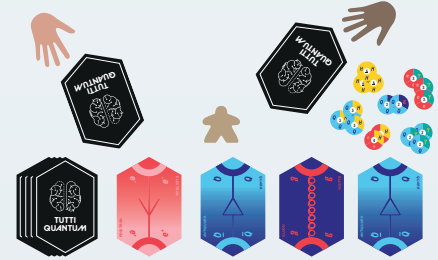
- Nehmt euch jeweils eine Spielhilfe.
- Mischt alle Elementarteilchen-Karten zusammen. Spielt ihr zu dritt, legt 5 zufällige Karten zurück in die Schachtel. Diese werden nicht verwendet.
- Teilt allen jeweils verdeckt 1 Karte aus: Diese Karte haltet ihr geheim und ihr fügt sie erst nach der letzten Runde zu eurem Diagramm hinzu. Merkt sie euch gut!
- Legt die restlichen Karten verdeckt als Nachziehstapel bereit. Lasst genug Platz, damit ihr vor euch jeweils ein Diagramm auslegen könnt.
- Sortiert die Punktemarker nach Art und dreht die Hälfte davon um, so dass alle 7 verschiedenen Seiten sichtbar sind. Die Wertung ist nicht auf die obenliegenden Seiten beschränkt – ihr dürft auch die Rückseiten der Marker verwenden.
- Legt eine bestimmte Anzahl von Karten offen in die Tischmitte. Die Tabelle rechts zeigt, wie viele Karten ihr jede Runde auslegen müsst und über wie viele Runden das Spiel verläuft, je nachdem zu wievielt ihr spielt.

PERSONEN	KARTEN	RUNDEN
2	3	14
3	4	9
4	5	8

Bestimmt, wer beginnt, und gebt dieser Person den Startmarker.

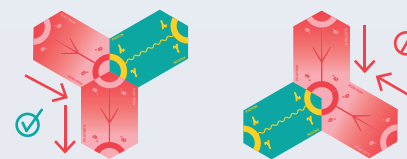
## SPIELABLAUF

Ihr erstellt jeweils euer eigenes Diagramm. Wer beginnt, wählt eine offene Karte aus der Mitte und legt sie sofort in das eigene Diagramm. Dann geht es im Uhrzeigersinn weiter. Jede Person nimmt sich auf die gleiche Weise 1 Karte. Wer begonnen hat, nimmt die letzte Karte. Gebt dann den Startmarker nach links weiter, legt neue Karten offen in der Tischmitte aus, und beginnt die nächste Runde.



Das Spiel endet, sobald ihr keine Karten mehr in die Tischmitte legen könnt. Deckt dann alle eure verdeckte Karte auf und legt sie in euer Diagramm.

Wichtig: Elektronen und Quarks sind elektrisch geladene Teilchen. Dafür steht der Pfeil auf diesen Karten. Sie müssen so platziert werden, dass der Pfeil von einer Karte zur nächsten in dieselbe Richtung zeigt, sonst bilden sie einen ungültigen Knoten.

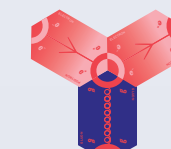


Vollständig, gültig  
(3 Punkte)

Vollständig, ungültig  
(-1 Punkt)



Unvollständig, gültig  
(0 Punkte)

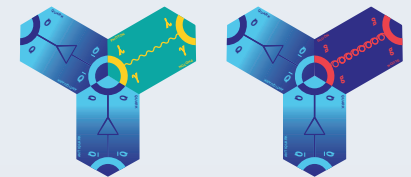


Vollständig, ungültig  
(-1 Punkt)



Unvollständig, ungültig  
(-1 Punkt)

## VOLLSTÄNDIGE, GÜLTIGE KNOTEN

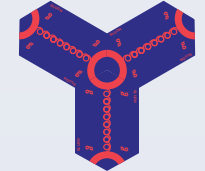


2 Punkte

2 Punkte



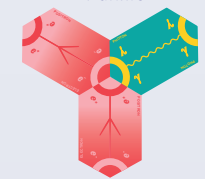
3 Punkte



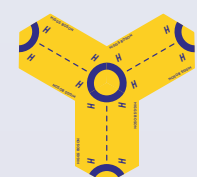
2 Punkte



4 Punkte



3 Punkte



6 Punkte

## FORTGESCHRITTENE VARIANTE

Für jede gültige Schleife in deinem Diagramm erhältst du 2 Bonuspunkte. Eine Schleife ist ein geschlossenes Sechseck aus 6 Karten. Damit eine Schleife gültig ist, muss sie aus 6 gültigen (vollständigen oder unvollständigen) Knoten bestehen. Für ungültige Schleifen gibt es keine Bonuspunkte.

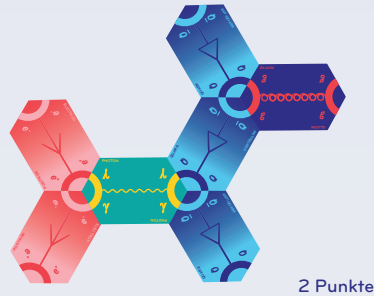
### GÜLTIGE SCHLEIFE



## PROFI-VARIANTE

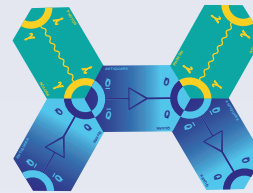
Kennt ihr euch schon so gut in der Teilchenphysik aus, dass ihr bereit seid für die nächste Stufe? Versucht im Laufe des Spiels die folgenden Teildiagramme in eurem Diagramm nachzubauen. Zählt am Ende des Spiels wie gewohnt eure Punkte und zählt die Punkte für die Teildiagramme hinzu.

1. **Wie Atome zusammenhalten:** In der Welt der Teilchen übertragen Photonen elektrische Kräfte. Das hält Elektronen und Quarks in Atomen zusammen.



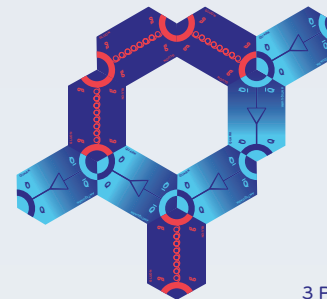
2 Punkte

2. **Blauer Himmel:** Licht besteht aus Photonen. Dieses Diagramm veranschaulicht, wie es von der Materie – also von Quarks und Elektronen – reflektiert wird. Dieser Prozess tritt eher bei blauem Licht auf, daher ist der Himmel blau.



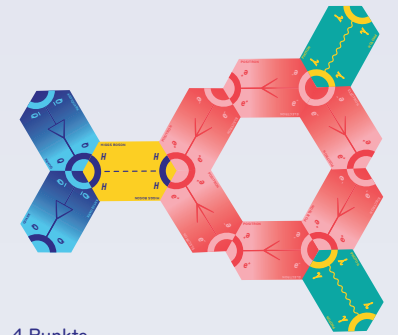
2 Punkte

3. **Nobelpreis 2004:** Diagramme wie dieses zeigen, dass die Kraft im Inneren der Atomkerne stärker ist, wenn der Abstand größer ist, und immer schwächer wird, je kleiner der Abstand ist. Das ist so ähnlich wie bei einer Sprungfeder, die auseinandergezogen wird.



3 Punkte

4. **Die Entdeckung des Higgs-Bosons:** Im Jahr 2012 wurde am CERN ein neues Teilchen entdeckt durch dessen Zerfall in zwei Photonen, also Lichtteilchen.



4 Punkte

Wichtig: Aufgrund der Anzahl der Karten, die benötigt werden, um diese Diagramme zu erstellen, funktioniert diese Variante nur mit 2 Personen im Wettkampfmodus. Spielt ihr mit mehr als 2 Personen, teilt euch in 2 Teams auf oder spielt stattdessen kooperativ.

## KOOPERATIVER MODUS

In diesem Modus arbeitet ihr alle gemeinsam an einem Diagramm. Ziel ist es, ein gültiges Diagramm zu erstellen, das möglichst viele Punkte bringt.

### SPIELAUFBAU

- Mischt alle Elementarteilchen-Karten und legt sie verdeckt als Nachziehstapel bereit.
- Legt die oberste Karte vom Nachziehstapel offen auf den Tisch: Dies ist der Anfang eures gemeinsamen Diagramms.
- Zieht je 2 Karten auf die Hand.
- Werft die nächste Karte vom Nachziehstapel ab, ohne sie aufzudecken.



## SPIELABLAUF

Ihr dürft niemals über eure Handkarten sprechen. Ihr dürft den anderen sagen, wohin ihr eine Karte legen möchten oder wo die anderen keine Karte hinlegen sollen. Ihr dürft aber nichts Genaueres verraten.

Nachdem ihr euch eure Handkarten angesehen habt, entscheidet gemeinsam, wer beginnt. Ihr seid nacheinander im Uhrzeigersinn am Zug. In deinem Zug legst du immer 1 Karte von deiner Hand an das gemeinsame Diagramm an. Die Regeln für das Anlegen von Karten und die Wertung sind dieselben wie im Wettkampfmodus.

Nachdem du in deinem Zug eine Karte angelegt hast, entscheide dich für 1 der folgenden Optionen:

- Ziehe 1 Karte, um wieder 2 Karten auf der Hand zu haben, UND wirf die oberste Karte vom Nachziehstapel ab, ohne sie aufzudecken,
- oder wirf die übrige Karte von deiner Hand ab, ohne sie aufzudecken, UND ziehe dann 2 neue Karten.

Ist der Nachziehstapel leer, überspringt diesen Schritt und spielt, bis ihr alle Karten von eurer Hand angelegt habt.

### SPIELENDE

Sobald niemand mehr Karten auf der Hand hat, endet das Spiel. Enthält das Diagramm ungültige Knoten, habt ihr verloren.

**Zur Erinnerung:** Unvollständige Knoten, die zweimal das gleiche Teilchen enthalten, sind gültig, aber alle anderen unvollständigen Knoten sind ungültig.

Sind alle Knoten in eurem Diagramm gültig, habt ihr das Spiel gewonnen! Zählt die Punkte eures Diagramms und seht in der Tabelle unten nach, wie gut ihr abgeschnitten habt:

PUNKTE	ERGEBNIS
> 38 Punkte	Ihr werdet demnächst den Nobelpreis gewinnen!
35-38 Punkte	Ihr solltet Teilchenphysik studieren!
32-34 Punkte	Ihr seid ein tolles Teilchenphysik-Team!
29-31 Punkte	Ihr beginnt die Geheimnisse der Elementarteilchen zu verstehen, aber müsst in Zukunft besser kommunizieren!
26-28 Punkte	Ihr habt die Geheimnisse der Elementarteilchen vor Augen, müsst aber noch mehr lernen, um sie zu verstehen.
< 26 Punkte	Ihr müsst vorsichtiger sein, wenn ihr mit Teilchen spielt! Lernt mehr über sie und versucht es noch mal.

Ihr habt den Dreh raus im kooperativen Modus? Dann versucht es mit der fortgeschrittenen Variante und bildet Schleifen. Wollt ihr eine noch größere Herausforderung, wagt euch an eines der Teildiagramme aus der Profi-Variante!

## IMPRESSUM

Idee und Entwicklung des Projekts  
 Francesco Riva,  
 Alexander Monin  
 EPFL+ECAL LAB  
 Leitung  
 Nicolas Henchoz  
 Team für Entwicklung, Ingenieurwesen und Psychologie  
 Romain Collaud,  
 Lara Défayes,  
 Béatrice Durandard,  
 Matthieu Girel,  
 Yves Kalberer,  
 Delphine Ribes,  
 Lucas Sassoli,

Andreas Sonderegger und Lazar Stojkovic  
 Spielentwicklung Helvetiq  
 Finanzielle Unterstützung Schweizerischer Nationalfonds und Fachbereich für Physik der Universität Genf  
 Gestaltung und Illustration Ajša Zdravković  
 Übersetzung & Lektorat DE: Board Game Circus (Dirk Huesmann, Lisa Prohaska)

Schweizerischer Nationalfonds

UNIVERSITÉ DE GENÈVE  
 FACULTÉ DES SCIENCES

EPFL+ECAL LAB

# TUTTI QUANTUM

IT

Vi diamo il benvenuto nel mondo delle particelle fondamentali! In questo gioco le regole della meccanica quantistica e della teoria della relatività di Einstein fanno comparire le particelle dal nulla, dando loro il potere di oltrepassare i muri e agire in modi straordinari! Riuscirete a capire come funzionano? Grazie a Tutti Quantum imparerete sette semplici regole con cui unire le particelle e dare vita al diagramma di Feynman più strambo di tutti. Ogni grafo corrisponde a un reale fenomeno particellare: a partire dal motivo per cui il cielo è blu, fino alla scoperta del bosone di Higgs. I processi più rari sono degni di un premio Nobel... e trovandoli, vincerete niente poco di meno che... la partita!

Potete trovare regole in altre lingue, un utile documento e maggiori informazioni riguardo un-solved su [un-solved.com/game](http://un-solved.com/game)



2-4



15'



8-99

HEL VETIQ

un-solved

## COMPONENTI DEL GIOCO

• 44 carte particella



13 quark

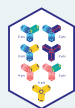
8 elettroni

12 gluoni



7 fotoni

4 bosoni di Higgs



4 carte aiuto



1 pedina primo giocatore



Davanti

Dietro

x 19 x 14 x 8 x 1

42 gettoni punto

## OBIETTIVO DEL GIOCO

Potete giocare sia in modalità cooperativa che competitiva, ma vi consigliamo di iniziare con quest'ultima poiché vi permetterà di familiarizzare con le regole del gioco. In entrambe le modalità il vostro obiettivo sarà abbinare le particelle elementari per formare un diagramma di Feynman e ottenere più punti possibili, e il vincitore avrà trovato i processi più rari in natura.

## MODALITÀ COMPETITIVA

I giocatori si sfideranno per ottenere il maggior numero di punti. Più punti otterrete, più raro sarà il diagramma del processo.

### PREPARAZIONE

- Distribuite una carta aiuto a ogni giocatore.
- Mescolate tutte le carte particella. In caso giochiate in 3, scartate 5 carte in modo casuale e rimettetetele nella scatola: non verranno più utilizzate.
- Distribuite una carta particella a ogni giocatore: questa carta rimarrà segreta e verrà aggiunta al vostro diagramma alla fine dell'ultimo round. Non dimenticatelo!
- Formate un mazzo con le rimanenti carte particella e posizionatele a faccia in giù. Disponetevi in modo che ciascuno abbia abbastanza spazio davanti a sé per costruire il diagramma.
- Dividete i gettoni punto per tipo, poi giratene la metà affinché tutti e 7 i lati differenti siano visibili. Potrete ottenere punti con entrambi i lati dei gettoni.
- Pescate dal mazzo il numero appropriato di carte posizionandole a faccia in su al centro del tavolo.

La seguente tabella mostra le carte da rivelare e i round di una partita

GIOCATORI	CARTE	ROUND
2	3	14
3	4	9
4	5	8

Il più giovane riceverà la pedina primo giocatore e inizierà per primo la partita.

### SVOLGIMENTO DEL GIOCO

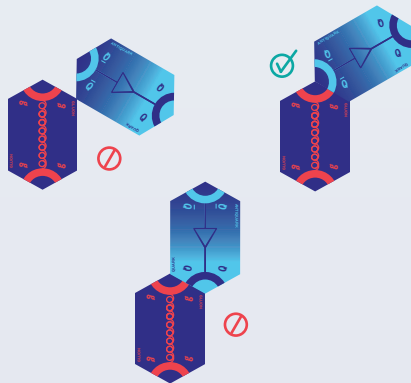
Ogni giocatore dovrà comporre il proprio diagramma. Il primo giocatore sceglie una carta particella tra quelle a faccia in su al centro del tavolo, e la posiziona subito nel suo diagramma. Continuando in senso orario, ogni giocatore sceglierà una carta particella. Infine, il primo giocatore prenderà la carta rimanente. La pedina primo giocatore passerà poi alla persona successiva in senso orario. Il round successivo inizierà dopo aver posizionato al centro del tavolo altre carte particella a faccia in su.

La partita termina quando finiscono le carte del mazzo. Ogni giocatore rivela la propria carta segreta e la posiziona sul proprio diagramma.



### Regole di posizionamento delle carte

Posizionate la vostra prima carta davanti a voi. Tutte le successive carte devono condividere almeno un piccolo lato di una carta già presente sul vostro diagramma. Le carte devono essere posizionate in modo che le loro linee si incontrino sulle punte chiamate vertici.



Un vertice completo è composto da un gruppo di 3 carte disposte intorno alla stessa punta. Alcuni vertici sono validi poiché rappresentano il modo in cui le particelle interagiscono tra loro, e vi assegneranno quindi dei punti; mentre tutti i vertici non validi vi faranno perdere dei punti. Quando completate un vertice posizionando una terza carta, dovrete subito metterci un gettone punto per mostrare i punti guadagnati. Consultate la sezione "Punteggio" qui in basso.

### FINE DEL GIOCO

La partita finisce quando tutte le carte saranno state pescate e posizionate. A questo punto ogni giocatore dovrebbe avere un diagramma con lo stesso numero di carte. Ogni giocatore conta i propri punti, e chi ne avrà ottenuti di più, vincerà la partita. In caso di pareggio, sarà il giocatore con il minor numero di vertici non validi a vincere la partita. Se anche in questo caso ci fosse assoluta parità, allora vincerà chi avrà il maggior numero di vertici validi da 6, poi 4, 3 e infine 2 punti.

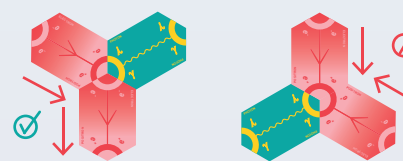
### PUNTEGGIO

Otterrete punti per ogni vertice valido e completo del vostro diagramma. I vertici che valgono più punti rappresentano i processi naturali più rari.

Le illustrazioni sulla destra indicano ogni possibile vertice completo.

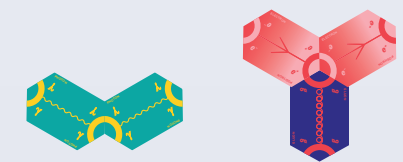
Tutti gli altri vertici completi non sono validi, e lo stesso vale per i vertici composti da soli 2 differenti tipi di particelle. Al termine della partita, perderete 1 punto in base al numero di vertici non validi, poiché quest'ultimi non sono presenti in natura. I vertici non completi che sono composti da 2 particelle dello stesso tipo sono considerati validi, ma non vi assegneranno nessun punto. I vertici composti da 1 sola particella vengono ignorati e non vi faranno perdere punti.

**Importante:** gli elettroni e i quark sono particelle cariche elettricamente e le loro carte sono rappresentate con una freccia. Devono essere posizionate in modo che le frecce sulle carte proseguano verso la stessa direzione, altrimenti creeranno un vertice non valido.



Completo e valido (3 punti)

Completo non valido (-1 punto)



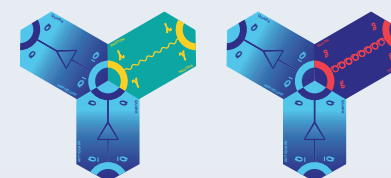
Non completo valido (0 punti)

Completo non valido (-1 punto)



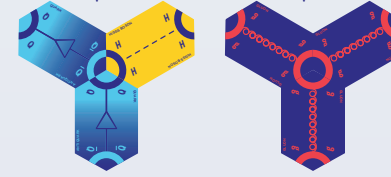
Non completo e non valido (-1 punto)

### VERTICI VALIDI E COMPLETI



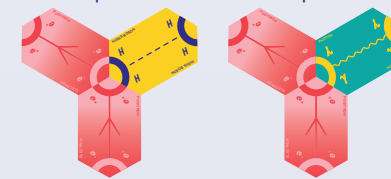
2 punti

2 punti



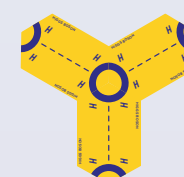
3 punti

2 punti



4 punti

3 punti



6 punti

## PUNTEGGIO AVANZATO

Potete ottenere 2 punti bonus per ogni anello valido nel vostro diagramma al termine della partita. Un anello è un esagono chiuso composto da 6 carte. Per essere valido, un anello dev'essere composto da 6 vertici validi (completi o non). Gli anelli non validi non vi assegneranno nessun bonus.

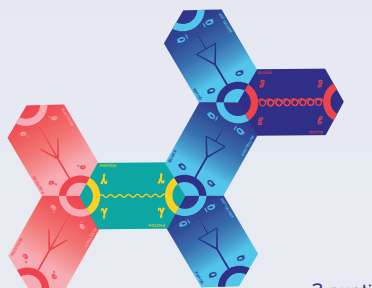
### ANELLO VALIDO



## PUNTEGGIO ESPERTO

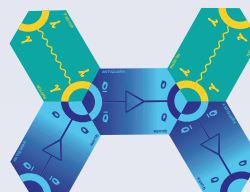
Pensate di conoscere alla perfezione la fisica delle particelle e desiderate alzare il livello di difficoltà? Allora provate a creare i seguenti sottodiagrammi nel corso della partita. Al termine della partita dovrete contare i punti ottenuti al solito modo, aggiungendo poi quelli realizzati con i sottodiagrammi.

1. **Cosa lega gli atomi:** Nel mondo delle particelle, la forza elettrica è trasportata dai fotoni. La forza elettrica tiene insieme gli elettroni e i quark negli atomi.



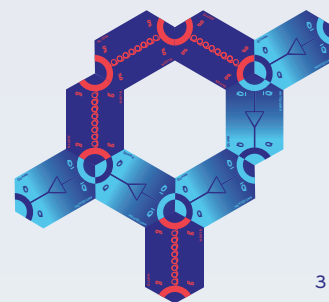
2 punti

2. **Il cielo blu:** la luce è composta da fotoni, e questo diagramma illustra il modo in cui viene riflessa dalla materia, ovvero dai quark e dagli elettroni. Questo processo si verifica con più frequenza con la luce blu, ed è per questo che il cielo prende questo colore.



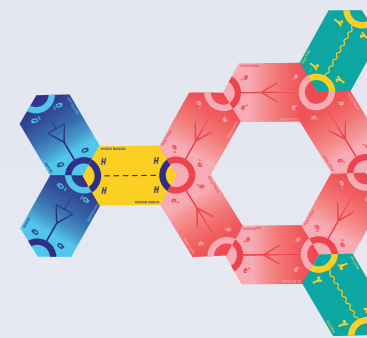
2 punti

3. **Premio Nobel 2004:** I diagrammi come questo hanno dimostrato che la forza all'interno dei nuclei diventa maggiore all'aumentare della distanza, mentre si riduce al diminuire di quest'ultima, proprio come quando si prova a tirare una molla.



3 punti

4. **La scoperta del bosone di Higgs:** Nel 2012, al CERN è stata scoperta una nuova particella grazie alla sua scomposizione in due fotoni, ovvero delle particelle di luce.



4 punti

**Importante:** A causa del gran numero di carte necessario per costruire un sottodiagramma, questa variante è disponibile solo per 2 giocatori (in modalità competitiva). In caso siate più di 2 persone a giocare, potete formare 2 squadre o giocare in modalità cooperativa.

## MODALITÀ COOPERATIVA

In questa modalità, i giocatori dovranno collaborare sullo stesso diagramma, e il loro obiettivo sarà crearne uno valido che valga più punti possibili.

### PREPARAZIONE

- Mischiate tutte le carte particelle elementari e formate un mazzo da posizionare a faccia in giù sul tavolo.
- Prendete la carta in cima al mazzo e la posizionate al centro del tavolo: sarà la prima particella del vostro diagramma comune.
- Ogni giocatore pesca 2 carte e le ripone nella sua mano.
- Scartate la successiva carta del mazzo senza farla vedere.



## SVOLGIMENTO DEL GIOCO

I giocatori non possono parlare delle carte che hanno in mano. Potete dire agli altri giocatori dove vorreste che posizionassero una carta, o dirgli dove non vorreste che giocassero una carta, senza però fornire ulteriori indicazioni.

Dopo aver guardato le proprie carte, i giocatori decideranno chi inizia. Svolgeranno i turni in senso orario, piazzando ciascun giocatore una carta dalla propria mano al diagramma comune. Le regole di posizionamento e di punteggio sono le stesse della modalità competitiva. Dopo aver posizionato una carta, il giocatore sceglierà una di queste due opzioni:

- Pescare 1 carta per averne di nuovo 2 in mano E scartare la carta in cima al mazzo senza farla vedere.
- Scartare la carta rimasta della propria mano senza farla vedere E poi pescare 2 nuove carte.

Se il mazzo è terminato, saltate questo passaggio e continuate a giocare finché ogni giocatore non abbia più carte in mano.

### FINE DELLA PARTITA

La partita finisce quando tutti i giocatori non hanno più nessuna carta in mano. Se il diagramma contiene vertici non validi, i giocatori avranno perso il gioco.

**Ricordatevi:** I vertici non completi formati da due particelle uguali sono validi, ma

tutti gli altri vertici non completi saranno considerati non validi. Se il vostro diagramma è completamente valido, avrete vinto la partita! Contate i punti ottenuti con il vostro diagramma e consultate la seguente tabella per sapere come ve la siete cavata:

PUNTEGGIO	RESULT
> 38 punti	Sarete sicuramente voi il prossimo premio Nobel!
35-38 punti	Dovreste iscrivervi a un dottorato in fisica delle particelle!
32-34 punti	Formate proprio una squadra di fisici sperimentali!
29-31 punti	State cominciando a capire i segreti delle particelle fondamentali, ma vi consigliamo di lavorare sulla comunicazione!
26-28 punti	I segreti delle particelle fondamentali sono a portata di mano, ma dovrete studiare un po' di più per capirli.
< 26 punti	Vi consigliamo di fare più attenzione la prossima volta che avrete a che fare con le particelle subatomiche. Studiate di più e riprovate!

La modalità cooperativa non ha più nessun segreto per voi? Allora provate a creare degli anelli e usare le regole del punteggio avanzato. Alzate il livello di sfida partecipando a una delle "missioni" del punteggio esperto!

## RICONOSCIMENTI

### Idea del progetto e sviluppo

Francesco Riva, Alexander Monin

### EPFL+ECAL LAB

Direttore  
Nicolas Henchoz

Team composto da  
designer, ingegneri e psicologi

Romain Collaud, Lara Défayes, Béatrice Durandard, Matthieu Girel,

Yves Kalberer, Delphine Ribes, Lucas Sassoli,

Andreas Sonderegger e Lazar Stojkovic

Sviluppo del gioco  
Helvetiq

### Finanziamento

Fondo nazionale svizzero per la ricerca scientifica e l'Università di Ginevra Dipartimento di fisica

Design e illustrazioni  
Ajša Zdravković

Traduzione e revisione IT:  
Board Game Circus (Daniele Iannilli e Monica Spigariol)

Swiss National Science Foundation

UNIVERSITÉ DE GENÈVE  
FACULTÉ DES SCIENCES

EPFL+ECAL LAB