



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάπτυξη εκπαιδευτικού παιχνιδιού με χρήση
επαυξημένης πραγματικότητας για το μάθημα της
Χημείας Β' Γυμνασίου»



Του φοιτητή
Μαυροδόντη Νικόλαου
Αρ. Μητρώου: 185223

Επιβλέπων
Ευκλείδης Κεραμόπουλος
Καθηγητής

Ημερομηνία 10/09/2023

Τίτλος Δ.Ε. Ανάπτυξη εκπαιδευτικού παιχνιδιού με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας για το
μάθημα της Χημείας Β' Γυμνασίου.

Κωδικός Δ.Ε. 23181

Ονοματεπώνυμο φοιτητή/των Μαυροδόντης Νικόλαος

Ονοματεπώνυμο εισηγητή Ευκλείδης Κεραμόπουλος

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 29/03/2023

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 4/10/2023

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Δ.Ι.Π.Α.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Μαυροδόντη Νικόλαου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραιτήτως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

«Στονς γονείς μου»

Πρόλογος

Επέλεξα την συγκεκριμένη διπλωματική εργασία λόγω προσωπικού ενδιαφέροντος που έχω για την τεχνολογία μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας καθώς και την χρήση της πάνω στην εκπαίδευση. Ο στόχος της εργασίας είναι να συνδυάσει την τεχνολογία με την εκπαίδευση ώστε οι μαθητές να είναι πιο διαδραστικοί και να βοηθηθούν περισσότερο να κατανοήσουν το μάθημα της χημείας της Β' Γυμνασίου. Υπάρχουν διάφορα οφέλη που δημιουργούνται με την ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση και κατά κύριο λόγο όσον αφορά το μάθημα της Χημείας. Πιο συγκεκριμένα οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να αλληλεπιδρούν με διάφορα χημικά φαινόμενα σε έναν εικονικό κόσμο. Δεύτερον κάνει το μάθημα πιο ενδιαφέρον, διότι οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να δοκιμάσουν οι ίδιοι διάφορα χημικά φαινόμενα. Τέλος, βελτιώνει την κατανόηση των μαθητών για τα χημικά φαινόμενα, καθώς έχουν την δυνατότητα να παρατηρούν, να αλληλοεπιδρούν μαζί τους καθώς και να αξιολογούνται σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον. Κλείνοντας, η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία με βοήθησε να εφαρμόσω τα ενδιαφέροντα μου στην τεχνολογία και την εκπαίδευση με απότερο σκοπό να δημιουργήσω ένα εκπαιδευτικό εργαλείο που θα έχει ένα θετικό αντίκτυπο στην μάθηση των μαθητών και το ενδιαφέρον του για την χημεία.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά την ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας η οποία εστιάζει και απευθύνεται σε μαθητές Β' Γυμνασίου και αφορά το μάθημα της Χημείας. Σκοπός της εργασίας είναι η δημιουργία διαδραστικών παιχνιδιών μέσα από τα οποία οι μαθητές μπορούν με ευχάριστο, διαδραστικό αλλά και δημιουργικό τρόπο να διδαχθούν το μάθημα της Χημείας. Πέραν της βελτίωσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας, μέσω της χρήσης των εφαρμογών αναμένεται και η ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών στον τομέα της Χημείας. Η υλοποίηση του παιχνιδιού πραγματοποιήθηκε με χρήση του Vuforia Engine και της πλατφόρμας Unity3d.

Λέξεις Κλειδιά: Επαυξημένη Πραγματικότητα, Εκπαιδευτικό Παιχνίδι, Χημεία, Εκπαιδευτικές Εφαρμογές, Unity3d, Game-based Learning

The development of an educational augmented reality game for the subject of Chemistry in the second grade of junior high school.

Mavrodontis Nikolaos

Abstract

This thesis concerns the development of an educational game using augmented reality, which focuses on and is aimed at 2nd-grade Gymnasium students, specifically in the subject of Chemistry. The purpose of the work was to create interactive games through which students can learn Chemistry in an enjoyable, interactive, and creative manner. Besides improving the educational process through the use of applications, the development of students' skills in the field of Chemistry is also expected. The implementation of the game was realized using the Vuforia Engine and the Unity3d platform.

Keywords: Augmented Reality, Educational Game, Chemistry, Educational Applications, Unity3d, Game-based Learning.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για την αμέριστη υποστήριξη από τους γονείς μου κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Χωρίς τη στήριξή τους, αυτό το επίτευγμα δεν θα ήταν δυνατό.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Ευκλείδη Κεραμόπουλο για την ομαλή συνεργασία κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας, καθώς και την βοήθεια που απλόχερα μου παρείχε όποτε το είχα ανάγκη.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	v
Περίληψη.....	vi
Abstract	vii
Ευχαριστίες	viii
Περιεχόμενα	ix
Κατάλογος Εικόνων	xi
Κατάλογος Πινάκων.....	xiii
Συντομογραφίες.....	xiv
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή.....	1
1.1 Πεδίο Έρευνας και στόχοι.....	1
1.2 Λογισμικό Ανάπτυξης και Γλώσσα Προγραμματισμού.....	1
1.2.1 Το περιβάλλον ανάπτυξης Unity	2
1.2.2 Το περιβάλλον ανάπτυξης Ε.Π. Vuforia	2
1.3 Περιγραφή και Εκπαιδευτικοί Στόχοι της εφαρμογής	2
1.4 Δομή Εργασίας.....	3
Κεφάλαιο 2ο: Εκπαιδευτικά Παιχνίδια, Κινητές Συσκευές και Διδακτική της Χημείας.....	5
2.1 Εκπαιδευτικά Παιχνίδια και Μαθησιακοί στόχοι	5
2.1.1 Σχεδιαστικές Απαιτήσεις Εκπαιδευτικών Παιχνιδιών.....	7
2.1.2 Σχεδίαση για κινητές συσκευές	8
2.2 Χρήση Εκπαιδευτικών Παιχνιδιών στη Διδακτική της Χημείας	13
2.2.1 Οφέλη και Πολυπλοκότητα.....	13
2.2.2 Εικονικά Εργαστήρια	15
2.2.3 Προσομοιώσεις Διεργασιών και εκμάθηση Χημικών Εννοιών	15
2.2.4 Παιχνίδια Γνώσης.....	16
2.2.5 Παραδείγματα Εκπαιδευτικών Παιχνιδιών	17
2.3 Επίλογος.....	20
Κεφάλαιο 3ο: Εφαρμογές και Παιχνίδια Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	21
3.1 Επαυξημένη Πραγματικότητα: Ορισμός.....	21
3.2 Κανόνες Σχεδίασης Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας	23
3.3 Αξιοποίηση Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση.....	24
3.3.1 Πλεονεκτήματα και Εμπόδια.....	24
3.3.2 Εκπαιδευτικές Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	26
3.3.3 Εφαρμογές Επαυξημένης πραγματικότητας για τη Χημεία	29
3.4 Επίλογος.....	34
Κεφάλαιο 4ο: Σχεδίαση και Ανάπτυξη Εφαρμογής	35
4.1 Δομή Εφαρμογής και Προσχέδια Διεπαφής Χρήστη και Αλληλεπίδρασης	35
4.2 Κατηγορίες παιχνιδιών	40
4.2.1 Σενάριο 1: Μόρια/Άτομα	40
4.2.2 Σενάριο 2: Χημικές Ενώσεις	40
4.2.3 Σενάριο 3: Ιδιότητες υλικών.....	40
4.2.4 Σενάριο 4: Διαλύματα	41
4.2.5 Σενάριο 5: Χημικές Εξισώσεις	42

4.2.6	Σενάριο 6: Έδαφος/Υπέδαφος.....	42
4.3	Εγκατάσταση και Configuration	43
4.4	Ανάπτυξη Κώδικα	44
4.5	Προσθήκη Ηχητικών και Οπτικών Εφέ	51
4.6	Προσθήκη Γραφικών στοιχείων και ολοκλήρωση Διεπαφής Χρήστη.....	53
4.7	Τελική Εφαρμογή.....	57
4.8	Επίλογος.....	60
Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης.....		63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΚΩΔΙΚΑΣ (C# SCRIPTS)		74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΚΑΡΤΕΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΩΝ		85

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1 Πλαίσιο εκπαιδευτικών παιχνιδιών για κινητές συσκευές [30].	8
Εικόνα 2.2 Χειρονομίες χειρισμού οθόνης αφής των έξυπνων κινητών συσκευών [41].	9
Εικόνα 2.3 Παραδείγματα κακού σχεδιασμού εκπαιδευτικών εφαρμογών [37].	10
Εικόνα 2.4 Παράδειγμα εκπαιδευτικής εφαρμογής Ε.Π. [50].	13
Εικόνα 2.5 Εκπαιδευτική εφαρμογή εικονική πραγματικότητας SuperChem VR [52].	15
Εικόνα 2.6 Εκπαιδευτικό παιχνίδι με προσομοίωση διεργασιών [54].	16
Εικόνα 2.7 Ψηφιακό εκπαιδευτικό παιχνίδι γνώσης τύπου κουίζ για κινητές συσκευές [56].	17
Εικόνα 2.8 Εκπαιδευτική εφαρμογή Ε.Π. “LeARN” με δυνατότητες συνεργασίας.	18
Εικόνα 2.9 Εκπαιδευτική εφαρμογή CHEMIST - Virtual Chem Lab.	18
Εικόνα 2.10 Εκπαιδευτικό παιχνίδι Atomic Pop It	19
Εικόνα 2.11 Εκπαιδευτικό παιχνίδι μαθηματικών Twelve a Dozen	19
Εικόνα 2.12 Εκπαιδευτικό παιχνίδι γεωγραφίας Carmen Sandiego.	20
Εικόνα 3.1 Το συνεχές του Milgram’s	21
Εικόνα 3.2 Παιχνίδι Ε.Π. με marker (αριστερά) και χωρίς marker (δεξιά).	22
Εικόνα 3.3 Είδη αλληλεπίδρασης σε Ε.Π. παιχνίδια [81]	23
Εικόνα 3.4 Εφαρμογή INSIGHT heart.	26
Εικόνα 3.5 Εφαρμογή MathNinja Ε.Π.	27
Εικόνα 3.6 Εφαρμογή AugThat!	28
Εικόνα 3.7 Εφαρμογή ARBio	28
Εικόνα 3.8 Εφαρμογή Botzees	29
Εικόνα 3.9 Κύριο μενού του ARLab. Στο κέντρο: λειτουργία δοκιμής γνώσεων. Στα δεξιά: περιγραφή βιβλιοθήκης γυαλικών και λειτουργία επιθεώρησης.	30
Εικόνα 3.10 QuimicAR.	31
Εικόνα 3.11 Εφαρμογή ARChemistry Learning	31
Εικόνα 3.12 Elements 4D.	32
Εικόνα 3.13 Ε.Π. Chemistry (Techax Labs)	32
Εικόνα 3.14 Ε.Π.-based learning Media.	33
Εικόνα 3.15 Παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας Marie's ChemLab.	33
Εικόνα 4.1: Αρχικό μενού εφαρμογής	35
Εικόνα 4.2: Υπόδειγμα ειδικά διαμορφωμένης κάρτας προς χρήση στα σενάρια 1 και 2	36
Εικόνα 4.3 Προσχέδιο Σεναρίου 1 (Μόρια).	36
Εικόνα 4.4: Προσχέδιο εμβόλιμου μίνι-παιχνιδιού όπου ο χρήστης πρέπει να επιλέξει μόνο τα μόρια υδρογόνου (Σενάριο 1).	37
Εικόνα 4.5: Προσχέδιο οθόνης ολοκλήρωσης παιχνιδιού	37
Εικόνα 4.6: Προσχέδιο Σεναρίου 2 (Χημικές Ενώσεις): δημιουργία χημικής ένωσης με drag & drop με βάση την κάρτα	38
Εικόνα 4.7: Προσχέδια Σεναρίου 3 (Ιδιότητες Υλικών)	38
Εικόνα 4.8: Προσχέδιο Σεναρίου 4 (Διαλότες)	39
Εικόνα 4.9: Προσχέδιο Σεναρίου 5 (Χημικές Εξισώσεις)	39
Εικόνα 4.10: Προσχέδιο Σεναρίου 6 (Εδαφος & Υπέδαφος) και mini-game.	40
Εικόνα 4.11: Περιβάλλον βιβλιοθήκης Vuforia.	43
Εικόνα 4.12: Κώδικας για την περιστροφή των τρισδιάστατων αντικειμένων.	43
Εικόνα 4.13: Περιβάλλον Unity (πάνω) και πρώτη δοκιμή αναγνώρισης εικόνων (κάτω)	44
Εικόνα 4.14: Περιβάλλον Unity: Αρχική σχεδίαση διεπαφής χρήστη.	45

Εικόνα 4.15: Κώδικας Score Παίκτη	45
Εικόνα 4.16: Ανάπτυξη πρώτου παιχνιδιού (Μόρια).....	46
Εικόνα 4.17: Κώδικας Countdown timer	46
Εικόνα 4.18: Ανάπτυξη mini-game δεύτερου παιχνιδιού (Χημικές ενώσεις).....	47
Εικόνα 4.19: Ανάπτυξη δεύτερου παιχνιδιού (χημικές ενώσεις)	47
Εικόνα 4.20: Κώδικας για έλεγχο απαντήσεων.....	48
Εικόνα 4.21: Κώδικας Game Manager.....	48
Εικόνα 4.22: Διαδικασία ανάπτυξης πέμπτου παιχνιδιού (Χημικές εξισώσεις)	49
Εικόνα 4.23: Κώδικας Game Manager με προσθήκη δυνατότητας δημιουργίας διαφορετικών μειγμάτων	49
Εικόνα 4.24: Διαδικασία ανάπτυξης τέταρτου παιχνιδιού (Διαλύματα)	50
Εικόνα 4.25: Διαδικασία ανάπτυξης τρίτου παιχνιδιού (Ιδιότητες Υλικών).....	50
Εικόνα 4.26: Ανάπτυξη έκτου παιχνιδιού (έδαφος & υπέδαφος)	51
Εικόνα 4.27: Ανάπτυξη mini-game έκτου παιχνιδιού (έδαφος & υπέδαφος)	51
Εικόνα 4.28: Κώδικας για την αναπαραγωγή ηχητικών εφέ.....	52
Εικόνα 4.29: Προσθήκη οπτικών εφέ.....	52
Εικόνα 4.30: Περιβάλλον Vuforia.....	52
Εικόνα 4.31: Προσθήκη γραφικών στοιχείων και κίνησης στο αρχικό menu	53
Εικόνα 4.32: Προσθήκη UIs	53
Εικόνα 4.33: Προσθήκη και προσαρμογή UIs (με σκορ χρήστη και οδηγίες σε αναγνώσιμο μέγεθος)54	54
Εικόνα 4.34: Μηδένισμα Score παίκτη	54
Εικόνα 4.35: Εφέ λάθους/σωστού πόντου.....	55
Εικόνα 4.36: Αρχικοποίηση οριζόντιου χώρου οθόνης	55
Εικόνα 4.37: Τελική μορφή αρχικού μενού	57
Εικόνα 4.38: Σενάριο 2	57
Εικόνα 4.39: Σενάριο 3	58
Εικόνα 4.40: Εμφάνιση 3ου σεναρίου.....	58
Εικόνα 4.41: Εμφάνιση χημικών εξισώσεων 5ου σεναρίου.....	59
Εικόνα 4.42: Εμφάνιση υλικών 4ου σεναρίου	60
Εικόνα 4.43: Εμφάνιση Mini Game και 6ου σεναρίου παιχνίδι	60

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Αντιστοίχιση του αντικειμένου μάθησης με τις εκπαιδευτικές τεχνικές και πιθανούς τύπους παιχνιδιών [14].....	6
Πίνακας 4.1: Σενάρια για το παιχνίδι των διαλυμάτων.....	41
Πίνακας 4.2: Σενάρια για το παιχνίδι των χημικών εξισώσεων	42
Πίνακας 4.3: Πίνακας Ερωτήσεων για το παιχνίδι των χημικών εξισώσεων	42

Συντομογραφίες

Δ.Ε.	Διπλωματική Εργασία
ΔΙΠΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Ε.Π.	Επανξημένη Πραγματικότητα
VR	Virtual Reality
SDK	Software Development Kit
UWP	Universal Windows Platform
API	Application Programming Interface
APK	Android Package Kit file

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

1.1 Πεδίο Έρευνας και στόχοι

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια αποτελούν σημαντικό στοιχείο μέσα στο οικοσύστημα των σοβαρών παιχνιδιών, που προσπαθούν να εκπαιδεύσουν τους παίκτες, ενώ τους ψυχαγωγούν. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Ε.Π.) έχει βρει εφαρμογή σε εκπαιδευτικά παιχνίδια, παρουσιάζοντας δυνατότητες που βελτιώνουν το παιχνίδι και που δυνητικά παράγουν μοναδικές εκπαιδευτικές δυνατότητες. Σε αυτή τη μελέτη, παρουσιάζουμε μία εφαρμογή με 6 διαφορετικά παιχνίδια, που χρησιμοποιούν την Επαυξημένη Πραγματικότητα για να παρέχουν μια συναρπαστική εκπαιδευτική εμπειρία που σχετίζεται με τη χρηματιστήρια. Το παιχνίδι έχει αναπτυχθεί με βάσει των Αναλυτικού Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος της Χημείας, από το υπουργείον Παιδείας και βάσει της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, σχεδιάστηκε η κατάλληλη διεπαφή χρήστη και χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχοι ήχοι και ανατροφοδότηση για τον παίκτη.

1.2 Λογισμικό Ανάπτυξης και Γλώσσα Προγραμματισμού

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με χρήση Unity3d (έκδοση 2022.2.1f1), Visual Studio 2022 και την πλατφόρμα επαυξημένης πραγματικότητας Vuforia (έκδοση 10.16). Η Unity3D αποτελεί μία δημοφιλή, δωρεάν, πλατφόρμα ανάπτυξης παιχνιδιών και εφαρμογών 2D και 3D. Ξεκίνησε ως μια πλατφόρμα για την ανάπτυξη παιχνιδιών, αλλά στη συνέχεια εξελίχθηκε και διευρύνθηκε για να υποστηρίζει και άλλους τύπους εφαρμογών, όπως εφαρμογές Ε.Π. και VR. Χρησιμοποιεί τη γλώσσα προγραμματισμού C#, κάτι που την καθιστά πιο προσβάσιμη και εύκολη στη χρήση για προγραμματιστές με διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας. Η C# είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού που αναπτύχθηκε από την Microsoft. Ξεκίνησε το 2000 και ως εξέλιξη της γλώσσας C++, σχεδιασμένη να κάνει τις διαδικασίες ανάπτυξης κώδικα πιο εύκολες και ασφαλείς. Συνδέεται με το .NET Framework και τον Visual Studio, παρέχοντας πλούσιες βιβλιοθήκες και εργαλεία για την ανάπτυξη εφαρμογών Windows, εφαρμογών διαδικτύου και εφαρμογών κινητών συσκευών. Υποστηρίζεται από διάφορες πλατφόρμες, επιτρέποντας την ανάπτυξη εφαρμογών σε ένα μεγάλο εύρος συστημάτων.

Η χρήση του συγκεκριμένου συνδυασμού των παραπάνω λογισμικών επιλέχθηκε με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- **Ευκολία ανάπτυξης:** Η Unity3D παρέχει ένα φιλικό περιβάλλον ανάπτυξης με γραφικό περιβάλλον, επιτρέποντας τη δημιουργία εφαρμογών χωρίς την ανάγκη πολύπλοκου κώδικα. Το Vuforia ενσωματώνεται στο Unity3D και προσθέτει έναν επιπλέον επίπεδο απλοποίησης στη διαδικασία αναγνώρισης και αλληλεπίδρασης με τον πραγματικό κόσμο.
- **Ισχυρές δυνατότητες Ε.Π.:** Το Vuforia παρέχει προηγμένες δυνατότητες Ε.Π. όπως αναγνώριση εικόνας, ανίχνευση σημάτων και τοποθέτηση εικονικού περιεχομένου στον πραγματικό κόσμο. Αυτό επιτρέπει στις εφαρμογές να αλληλεπιδρούν με πραγματικά αντικείμενα και να παρουσιάζουν περιεχόμενο με πραγματικά στοιχεία.
- **Διαθεσιμότητα για διάφορες πλατφόρμες:** Τόσο η Unity3D όσο και το Vuforia υποστηρίζουν ένα μεγάλο εύρος διαφορετικών πλατφορμών, όπως iOS, Android, και HoloLens.
- **Κοινότητα:** Τόσο η Unity3D και το Vuforia έχουν μεγάλες και ενεργές κοινότητες προγραμματιστών, που συνεπάγεται την ύπαρξη πλήθους πόρων, προτύπων και παραδειγμάτων που μπορούν να διευκολύνουν και να επιταχύνουν τη διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογών.

1.2.1 Το περιβάλλον ανάπτυξης Unity

Η Unity είναι μια από τις πιο δημοφιλείς μηχανές παιχνιδιών. Στα μέσα του 2013 είχε περισσότερους από δύο εκατομμύρια προγραμματιστές σε όλο τον κόσμο. Έχει τη μεγαλύτερη λίστα υποστηριζόμενων πλατφορμών σε σύγκριση με άλλες μηχανές παιχνιδιών και επιτρέπει την εκτέλεση του παιχνιδιού στο πρόγραμμα περιήγησης. Έχει αρκετά χαμηλές απαιτήσεις συστήματος σε σύγκριση με αντίστοιχες ανταγωνιστικές μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών, καθώς μπορεί να εκτελεστεί σε όλα τα δημοφιλή λειτουργικά συστήματα, ακόμη και σε Windows XP SP2 με κάρτα γραφικών από το 2004. Η Unity χρησιμοποιεί δύο κύριους τύπους αδειών: δωρεάν και Pro. Η δωρεάν έκδοση περιορίζεται από υποστηριζόμενες λειτουργίες. Επίσης, σε περίπτωση εισοδήματος άνω των 100.000 \$, πρέπει να αγοραστεί η έκδοση Pro. Οι εφαρμογές της παρούσας εργασίας αναπτύχθηκαν στο δωρεάν περιβάλλον.

Υποστηρίζει τη χρήση πολλαπλών γλωσσών για τον προγραμματισμό παιχνιδιών, με τις πιο δημοφιλείς σήμερα να είναι η C# και η JavaScript. Όλες οι αναφερόμενες γλώσσες μπορούν να συνδυαστούν σε μια σκηνή, κάτι που σημαίνει πως υπάρχει η δυνατότητα κάποια από τα scripts ενός αντικειμένου να γραφτούν σε μια γλώσσα ενώ ένα άλλο τμήμα μπορεί να χρησιμοποιήσει διαφορετική.

Το MonoBehaviour είναι η βασική κλάση στο Unity. Όλα τα νέα scripts κληρονομούνται από αυτήν την κλάση από προεπιλογή. Το MonoBehaviour παρέχει μεθόδους που υλοποιούν τον κύκλο ζωής του Unity και εάν η κλάση κληρονομηθεί από το MonoBehaviour, αυτό σημαίνει ότι:

- μπορεί να προσαρτηθεί στα αντικείμενα Unity3d ως component.
- παρέχει τη δυνατότητα πρόσβασης σε μεταβλητές, λίστες, πίνακες τέτοιας κλάσης με το παράθυρο Inspector στο παράθυρο της Unity Editor.
- υποστηρίζει τις μεθόδους και events της Unity, όπως Start(), Update(), Awake(), OnMouseDown() κ.ά.

1.2.2 Το περιβάλλον ανάπτυξης E.P. Vuforia

Το Vuforia είναι ένα SDK για τη δημιουργία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (E.P.) για Android, iOS και UWP (Universal Windows Platform). Αρχικά δημιουργήθηκε από την Qualcomm και η έκδοσή του μπορούσε να αναγνωρίζει μόνο κείμενο. Το 2015, το SDK εξαγοράστηκε από την PTC Inc. και εστίασε σε εφαρμογές βιομηχανίας και κινητές συσκευές. Το SDK είναι γραμμένο σε C++ και παρέχει πρόσβαση στο API του σε κινητές (και όχι μόνο) πλατφόρμες. Για το iOS, το API του SDK παρέχεται σε C++, για το Android σε Java, και για το Unity σε C# (Vuforia.com). Από το 2018, οι προγραμματιστές μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν το SDK για UWP , με το API σε C++, ακριβώς όπως και για το iOS. Περιλαμβάνει δυνατότητες όπως αναγνώριση εικόνας, ανίχνευση σημάτων, καταγραφή βίντεο και ήχου, διαχείριση περιεχομένου κ.ά. Τα εργαλεία αυτά επιτρέπουν στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν προηγμένες εφαρμογές E.P. για διάφορες πλατφόρμες. Μέρος του Vuforia SDK αποτελεί και η βιβλιοθήκη (library) του Vuforia, που περιέχει τον κώδικα που χρειάζεται να ενσωματωθεί στην εφαρμογή E.P.. Η βιβλιοθήκη παρέχει συναρτήσεις και μεθόδους που επιτρέπουν την αναγνώριση και την αλληλεπίδραση με τον πραγματικό κόσμο και την προβολή ψηφιακού περιεχομένου.

1.3 Περιγραφή και Εκπαιδευτικοί Στόχοι της εφαρμογής

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε περιλαμβάνει 6 διαφορετικά διαδραστικά παιχνίδια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρωματικά εργαλεία για την εκπαιδευτική διαδικασία. Συγκεκριμένα, τα παιχνίδια της εφαρμογής E.P. για το μάθημα της Χημείας έχουν ως εκπαιδευτικούς σκοπούς τους οι εξής:

- Ενίσχυση της Μάθησης: Ο σκοπός της εφαρμογής είναι να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν και να ενισχύσουν τις γνώσεις τους σχετικά με τη χημεία μέσω διασκεδαστικών δραστηριοτήτων.
- Διαδραστική Μάθηση: Μέσω της Ε.Π., οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον και τα χημικά στοιχεία, ενισχύοντας την αίσθηση της πραγματικής εφαρμογής των γνώσεων τους.
- Ανάπτυξη Επιστημονικών Δεξιοτήτων: Οι μαθητές αναπτύσουν την ικανότητά τους να αναγνωρίζουν και να ερμηνεύουν διάφορα χημικά μόρια και ενώσεις.
- Εκμάθηση Χημικών Εξισώσεων: Μέσω του σεναρίου με τις χημικές εξισώσεις, οι μαθητές εξασκούνται στην επίλυση χημικών εξισώσεων και την επιλογή σωστών ατομικών και χημικών συντελεστών.
- Κίνητρο για Μάθηση: Η διαδραστική και διασκεδαστική φύση του παιχνιδιού διεγέρει το ενδιαφέρον των μαθητών για την Χημεία και θα τους παρέχει κίνητρο να εμβαθύνουν στο μάθημα.
- Κατανόηση Ιδιοτήτων Υλικών: Μέσω του σεναρίου με τις ιδιότητες υλικών, οι μαθητές κατανοούν τις ιδιότητες διαφόρων υλικών και πώς αυτές επηρεάζουν την κατασκευή τους.

Οι παραπάνω εκπαιδευτικοί στόχοι αποσκοπούν στην προώθηση της αποτελεσματικής και ευχάριστης μάθησης της Χημείας μέσω της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας.

1.4 Δομή Εργασίας

Η εργασία αποτελείται από 5 κεφάλαια. Το παρόν, **1^ο κεφάλαιο**, αποτελεί την εισαγωγή στην έρευνα και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν και τους βασικούς στόχους.

Στο **2ο κεφάλαιο** παρουσιάζονται πληροφορίες σχετικά με το θεωρητικό υπόβαθρο που απαιτεί η σχεδίαση και ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών και γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση σε μελέτες, εφαρμογές και παιχνίδια, που έχουν αναπτυχθεί και αξιοποιηθεί στη διδακτική της χημείας, με έμφαση στη περίπτωση της χρήσης κινητών συσκευών στη μάθηση.

Το **3ο κεφάλαιο** εστιάζει στους απαραίτητους κανόνες και τις αρχές σχεδίασης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας και διεπαφής χρήστη σε κινητές συσκευές.

Το **4^ο κεφάλαιο** περιγράφει αναλυτικά τη διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εφαρμογή αυτών των κανόνων κατά τη διαδικασία ανάπτυξης των παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας.

Τέλος, στο **5^ο κεφάλαιο** παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, οι περιορισμοί και τα εμπόδια που συναντήθηκαν, αλλά και προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις και εφαρμογές.

Κεφάλαιο 1

Κεφάλαιο 2ο: Εκπαιδευτικά Παιχνίδια, Κινητές Συσκευές και Διδακτική της Χημείας

2.1 Εκπαιδευτικά Παιχνίδια και Μαθησιακοί στόχοι

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια συνδυάζουν το παιχνίδι και τη μάθηση μέσω συμμετοχικών τεχνικών που στοχεύουν στην ανάπτυξη των γνώσεων και των ικανοτήτων των παιδιών. Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια βοηθούν επίσης στο να παρακινήσουν τα παιδιά να μελετήσουν. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση και τον έλεγχο της γνώσης που αποκτήθηκε στην τάξη. Ψυχολόγοι και φιλόσοφοι μελέτησαν την επιρροή που έχει το παιχνίδι στη μαθησιακή διαδικασία των παιδιών και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ψυχαγωγία ήταν ένας σημαντικός παράγοντας που βοήθησε στη βελτίωση της μάθησης [1]. Όπως έχουν δείξει ορισμένες μελέτες, τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να έχουν σημαντικά οφέλη για τα παιδιά. Μπορούν να βελτιώσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους και επίσης να διεγείρουν τα κίνητρα και το ενδιαφέρον [2]. Τα παιχνίδια συνδέονται με τις τέσσερις βασικές διαστάσεις της ανάπτυξης των παιδιών: ψυχοκινητική, διανοητική, κοινωνική και συναισθηματική [3]. Τα παιχνίδια μπορούν να χρησιμεύσουν ως εργαλεία για την ανάπτυξη δεξιοτήτων σκέψης. Μπορούν επίσης να λειτουργήσουν ως πηγές μάθησης και να διεγείρουν την προσοχή και τη μνήμη των παιδιών και επίσης να υποστηρίξουν την ανάπτυξη της γλώσσας [4].

Στην διεθνή βιβλιογραφία, υπάρχουν αρκετά ευρήματα που αναλύουν τα οφέλη των τεχνολογικών μέσων που χρησιμοποιούνται για τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια και αναδεικνύουν τα πλεονεκτήματα που μπορούν να προσφέρουν [1,5]. Υπάρχουν επίσης αρκετές αναφορές στις διδακτικές πτυχές [6]. Μερικά από τα πλεονεκτήματα τους, στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, είναι η χρηστοκεντρικότητα, η αλληλεπίδραση, η επανάληψη και η ανατροφοδότηση [7]. Η διαδικασία μάθησης περιλαμβάνει αφηρημένες γνωσιακές έννοιες και τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια βοηθούν αυτή τη διαδικασία απλοποιώντας και μετατρέποντας αυτές τις έννοιες σε απτές οντότητες [8,9].

Οι μαθησιακοί στόχοι στα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια αποτελούν κεντρικό στοιχείο της εκπαιδευτικής στρατηγικής και στοχεύουν στην προώθηση ενδυνάμωσης των μαθητών μέσω μιας διαδραστικής προσέγγισης [10]. Ένας πρωταρχικός στόχος των ψηφιακών εκπαιδευτικών παιχνιδιών είναι η προώθηση της απόκτησης γνώσεων και δεξιοτήτων. Αυτό περιλαμβάνει την εκμάθηση νέων πληροφοριών, την ανάπτυξη δεξιοτήτων και ικανοτήτων που απαιτούνται για την επίλυση προβλημάτων και την ανάπτυξη κριτικής σκέψης. Μέσα από το παιχνίδι, οι μαθητές μπορούν να αποκτήσουν νέες γνώσεις και να αναπτύξουν σημαντικές δεξιότητες. Ένας άλλος σημαντικός στόχος είναι η προαγωγή της κίνησης και της συναισθηματικής ανάπτυξης των μαθητών [8]. Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να παρέχουν ενθάρρυνση και αυτοπεποίθηση στους μαθητές, προάγοντας θετική συναισθηματική εμπειρία κατά τη διάρκεια της μάθησης. Εξίσου σημαντικός στόχος είναι η προώθηση της συνεργασίας και της κοινωνικής διάστασης μέσα από τα ψηφιακά παιχνίδια [11].

Οι μαθητές μπορούν να εργαστούν από κοινού, να ανταγωνιστούν και να συνεργάζονται με άλλους πάικτες, ενισχύοντας τις κοινωνικές και επικοινωνιακές τους δεξιότητες. Τα ψηφιακά παιχνίδια είναι επίσης χρήσιμα εργαλεία για μαθητές που έχουν δυσκολία μάθησης στα παραδοσιακά πλαίσια της τάξης [12]. Γι' αυτούς, η γνώση που αποκτιέται μέσω των παιχνιδιών συγκρατείται στη μνήμη για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα [13]. Η σύνδεση του αντικειμένου μάθησης με τις εκπαιδευτικές τεχνικές μάθησης και τους τύπους των παιχνιδιών [14] καταγράφεται στον πίνακα 1. Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια διαθέτουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία που προσελκύουν τον μαθητή. Συνδυάζουν εικόνες, ήχο, βίντεο και γραφικά που ταιριάζουν με το περιεχόμενο του παιχνιδιού, προσελκύοντας την προσοχή και το

ενδιαφέρον του παίκτη. Συχνά, οι παίκτες αγνοούν το κείμενο των οδηγιών και ανακαλύπτουν το παιχνίδι μέσα από την εξάσκησή τους, μαθαίνοντας διαδραστικά. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, οι παίκτες εμπλέκονται έντονα, σχεδόν χάνοντας την αίσθηση του χρόνου, ενώ εξασκούν τις δεξιότητές τους και βελτιώνονται. Το παιχνίδι τους προσφέρει την ελευθερία να επιλέξουν πώς θα το συνεχίσουν και τους επιτρέπει να αντιμετωπίσουν καταστάσεις πραγματικής ζωής μέσω προσομοιώσεων. Οι παίκτες αποκτούν νέες δυνατότητες και ταυτόχρονα απολαμβάνουν την αίσθηση επιτυχίας [15]. Η χρονική στιγμή κατά την οποία το ενσωματώνει, επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού παιχνιδιού [16, 17].

Πίνακας 2.1: Αντιστοίχιση του αντικειμένου μάθησης με τις εκπαιδευτικές τεχνικές και πιθανούς τύπους παιχνιδιών [14].

Αντικείμενο μάθησης	Εκπαιδευτικές τεχνικές μάθησης	Πιθανοί τύποι παιχνιδιών
Απομνημόνευση	Ερωτήσεις, απομνημόνευση, συσχέτιση, επαναλαμβανόμενες εργασίες	Τηλεπαιχνίδια, μνημονικού, δράσης, αθλητικά
Ικανότητες	Μίμηση, συνεχής εξάσκηση, ενημέρωση επίδοσης, αυξανόμενη πρόκληση	Μεγάλης διάρκειας, παιχνίδια ρόλου, περιπέτειας, ανακάλυψης
Κρίση	Ανάλυση περιπτώσεων, ερωτήσεις, πρακτική στη διενέργεια επιλογών, πληροφόρηση αποτελεσμάτων	Παιχνίδια ρόλου, ανακάλυψης, με πολλούς παίκτες, περιπέτειας και στρατηγικής
Συμπεριφοράς	Μίμηση, πρακτική, ενημέρωση επίδοσης	Παιχνίδια ρόλου
Θεωρίες	Λογική, ερωτήσεις πειραματισμού	Παιχνίδια εξομοίωσης πραγματικότητας
Αιτιολόγησης	Επίλυση προβλημάτων, παραδείγματα	Παιχνίδια γρίφων και ερωτοαπαντήσεων
Διαδικασίες	Μίμηση, πρακτική	Παιχνίδια διαχείρισης χρόνου και αντανακλαστικών
Επεξεργασίας	Ανάλυση συστήματος και επανασχεδιασμός, πρακτική	Παιχνίδια στρατηγικής, περιπέτειας
Δημιουργίας	Παιχνίδι	Παιχνίδια γρίφων, ανακάλυψης νέων αντικειμένων και γνώσεων
Ξένες γλώσσες	Μίμηση, συνεχή πρακτική, ευβάθυνση	Παιχνίδια ρόλου, αντανακλαστικών
Συστήματα	Κατανόηση αρχών και κανόνων, παιχνίδι σε μικρόσκοπο, ενέργειες διαβαθμισμένης δυσκολίας	Παιχνίδια εξομοίωσης
Παρατήρηση	Παρατήρηση αποτελεσμάτων	Παιχνίδια συγκέντρωσης, περιπέτειας
Επικοινωνίας	Μίμηση, πρακτική	Παιχνίδια ρόλου, αντανακλαστικών

Στα πλαίσια της σχολικής τάξης, ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει ένα παιχνίδι που εξυπηρετεί συγκεκριμένο διδακτικό περιεχόμενο ή να επιτρέψει στα παιδιά να εξερευνήσουν ένα παιχνίδι και να ανακαλύψουν μόνοι τους νέες γνώσεις. Είναι ουσιαστικό ο εκπαιδευτικός να λάβει υπόψη τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών, προκειμένου η μάθηση να γίνει πιο ελκυστική και ενδιαφέρουσα για αυτούς [18]. Προκειμένου το παιχνίδι να είναι επιτυχές ως προς την επίτευξη των μαθησιακών στόχων, είναι σημαντική η ύπαρξη ενός σαφούς εννοιολογικού πλαισίου, το οποίο θα παρέχει τις θεμελιώδεις σχεδιαστικές και παιδαγωγικές πτυχές που πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν από τη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού. Σε αυτό συμπεριλαμβάνονται η μαθησιακή ικανότητα, τα μαθησιακά αποτελέσματα, οι μαθησιακές δραστηριότητες καθώς και άλλα χαρακτηριστικά του παιχνιδιού, με την ερευνητική μελέτη να περιλαμβάνει ορισμένες πτυχές που σχετίζονται με το παιχνίδι, όπως η μηχανική του παιχνιδιού και το είδος του παιχνιδιού [19]. Συνολικά, οι μαθησιακοί στόχοι στα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια είναι σχεδιασμένοι για να προσφέρουν μια ενδιαφέρουσα, αποτελεσματική και διασκεδαστική εκπαιδευτική εμπειρία, που ενθαρρύνει την ενασχόληση και την ανάπτυξη των χρηστών.

2.1.1 Σχεδιαστικές Απαιτήσεις Εκπαιδευτικών Παιχνιδιών

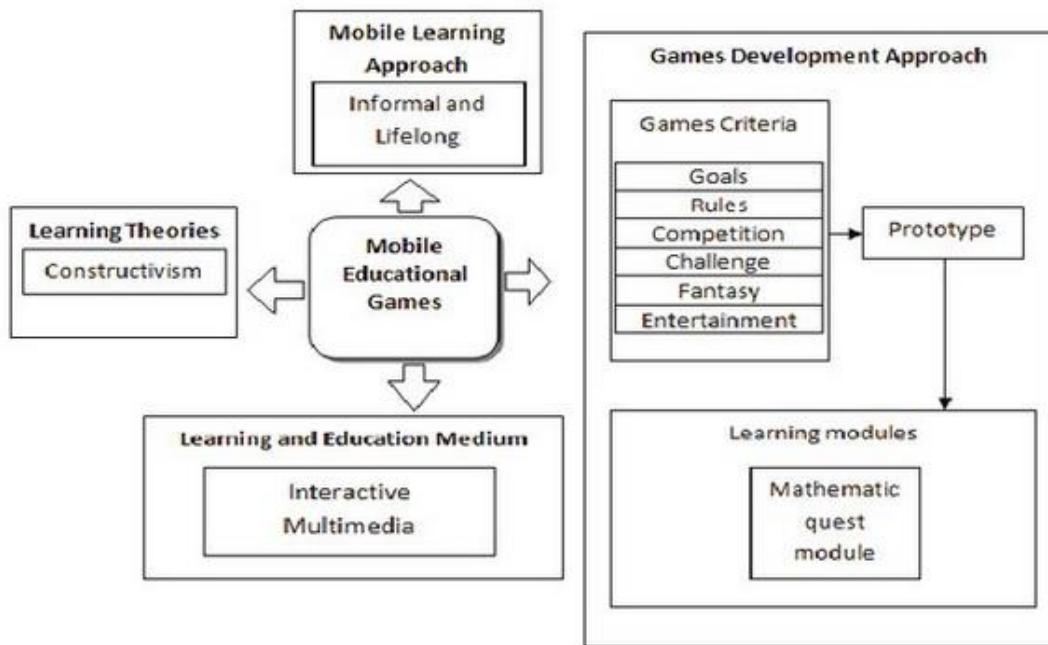
Η σχεδίαση της πλοκής του παιχνιδιού αποτελεί ένα αυτόνομο ερευνητικό πεδίο. Για παράδειγμα, σύμφωνα με έρευνα των Wouters, van Nimwegen, van Oostendorp, Van der Spek, η ύπαρξη εκπλήξεων είναι σε θέση να βελτιώσει τις συλλογιστικές δεξιότητες και τις δεξιότητες του αυτοσχεδιασμού [20]. Μια άλλη διάσταση της επωφελούς συμβολής της νιοθέτησης των ψηφιακών παιχνιδιών στις μαθησιακές δραστηριότητες είναι η ευελιξία τους όσον αφορά την εφαρμογή του πλαισίου τους, καθώς μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα μεγάλο εύρος από περιβάλλοντα. Μερικές από τις πιο σημαντικές προϋποθέσεις ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού περιλαμβάνουν τους στόχους εκπαίδευσης, τη συγκεκριμένη ομάδα στόχου, τα μέσα που χρησιμοποιούνται, το πλαίσιο που εφαρμόζεται, τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς καθώς και τις συνθήκες [21, 22].

Ο σχεδιασμός της γραφικής διεπαφής είναι μια εξίσου σημαντική πτυχή του παιχνιδιού, καθώς θα πρέπει να είναι σύμφωνη τόσο με το είδος όσο και με τις ιδιαιτερότητες των συγκεκριμένων χρηστών. Ο ρόλος της γραφικής διεπαφής είναι ζωτικής σημασίας σε πτυχές όπως η προσοχή των χρηστών και η στρατηγική μάθησης, με την πρώτη να βασίζεται σε χαρακτηριστικά όπως χρώματα, στυλ, κινούμενα σχέδια και τη δεύτερη να εστιάζει περισσότερο στην πρακτική γνώση που εξάγεται μέσω του παιχνιδιού [23], αν και υπάρχουν περιπτώσεις όπου ένα εκτεταμένο περιβάλλον παιχνιδιού μπορεί να αποσπάσει την προσοχή του χρήστη από τους μαθησιακούς στόχους [24]. Μια θεμελιώδης πτυχή του σχεδιασμού της γραφικής διεπαφής είναι η χρηστικότητα, η οποία παίζει ζωτικό ρόλο στην επιτυχία του παιχνιδιού [25]. Προκειμένου να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο χρηστικότητας το παιχνίδι θα πρέπει να ελεγχθεί ώστε να διασφαλιστεί η δυνατότητα αναπαραγωγής και η ακεραιότητα του λογισμικού όσον αφορά τα λάθη, τις καθυστερήσεις και άλλες αδυναμίες [26]. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η ύπαρξη σαφών στόχων που ευθυγραμμίζονται με τη γραφική διεπαφή. Οι στόχοι πρέπει να εμπνέουν εμπιστοσύνη και να παρακινούν τον χρήστη να εξερευνήσει το παιχνίδι με έναν στόχο τη φορά (ανξητική μάθηση). Είναι σημαντικό οι στόχοι του παιχνιδιού να ευθυγραμμίζονται με τους μαθησιακούς του στόχους και να αυξάνουν την εκπαιδευτική αποτελεσματικότητα του παιχνιδιού [24,25,27].

Η αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών παιχνιδιών είναι σημαντική αλλά είναι εξίσου σημαντικό να εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο θα αξιοποιηθούν καλύτερα αυτά τα παιχνίδια. Τα περισσότερα εκπαιδευτικά παιχνίδια παίζονται σε υπολογιστές κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, αλλά δεν παίζονται πολλά σε κινητές συσκευές και tablet [28]. Αυτό μπορεί να περιορίσει τη χρήση αυτών των εκπαιδευτικών παιχνιδιών εκτός της παραδοσιακής τάξης. Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές μπορεί να μην είναι σε θέση να επωφεληθούν πλήρως από αυτά τα παιχνίδια. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μάθηση και η μελέτη μπορούν να πραγματοποιηθούν εκτός της τάξης, επομένως η διαθεσιμότητα αυτών των κινητών εργαλείων θα μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες των μαθητών. Πιστεύεται ότι ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι που δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να «παίζουν» και να μελετούν άνετα και αποτελεσματικά μπορεί να είναι πιο ωφέλιμο για τους μαθητές, ιδιαίτερα σε αυτήν την ταχέως εξελισσόμενη σύγχρονη κοινωνία όπου τα άτομα περνούν τη μεγάλη πλειονότητα του χρόνου στα κινητά τους τηλέφωνα [29]. Η αυξημένη χρήση κινητών τηλεφώνων μπορεί να υποδηλώνει ότι εάν τα εκπαιδευτικά παιχνίδια είναι διαθέσιμα και σε κινητά τηλέφωνα, εκτός από υπολογιστές, η ευκαιρία για μάθηση εκτός της τάξης θα αυξηθεί καθώς τα άτομα ενδέχεται να χρησιμοποιούν τις εφαρμογές εκπαιδευτικών παιχνιδιών πιο συχνά λόγω της ευκολίας τους.

2.1.2 Σχεδίαση για κινητές συσκευές

Τα κινητά τηλέφωνα γίνονται μέρος της καθημερινής κουλτούρας για όλη σχεδόν τη νέα γενιά. Ωστόσο, μόνο λίγες εφαρμογές για κινητές συσκευές προορίζονται για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η νέα γενιά συνήθως χρησιμοποιεί κινητές συσκευές ως πλατφόρμα για παιχνίδια [30]. Η χρήση φορητών συσκευών έχει κάνει την πρόσβαση στην εφαρμογή εύκολη οποτεδήποτε και οπουδήποτε. Τα ελκυστικά χαρακτηριστικά είναι επίσης σημαντικά για να προσελκύσουν τους παίκτες του παιχνιδιού να παίξουν τα παιχνίδια. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία, οι μαθητές είναι σε θέση να αποκτήσουν γνώσεις και δεξιότητες παίζοντας παιχνίδια και αυτή είναι η ευκαιρία να επεκτείνουν τη μελέτη σε ευρύτερο κοινό, ειδικά σε παιδιά σχολικής ηλικίας και εφήβους [30, 31].



Εικόνα 2.1 Πλαίσιο εκπαιδευτικών παιχνιδιών για κινητές συσκευές [30].

Η σύνδεση μεταξύ των στόχων «κερδίζω το παιχνίδι» και «μαθαίνω νέο υλικό» και επίσης η εφαρμογή εγγενών κινήτρων που θα αυξήσει την αποτελεσματικότητα της μάθησης είναι σημαντική για να είναι τα παιχνίδια ένα αποτελεσματικό εκπαιδευτικό εργαλείο [32]. Οι επτά παράγοντες για τη δημιουργία ενός εγγενώς παρακινητικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος είναι: πρόκληση, περιέργεια, έλεγχος, φαντασία, συνεργασία, ανταγωνισμός και αναγνώριση [33]. Όλοι αυτοί οι βασικοί παράγοντες πρέπει να νιοθετούνται κατά την ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού. Οι θεωρίες μάθησης σε κινητό περιβάλλον πρέπει να λαμβάνουν ιδιαίτερα υπόψη τη μάθηση εκτός της τάξης και να μετακινούνται από την επιτόπια μάθηση στην μάθηση μέσω κινητού που επιτρέπει τη μάθηση να λαμβάνει χώρα στο οικείο και μέρος του μαθητή. Σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο που παρουσιάζεται στην εικόνα 2.1, τα κριτήρια των παιχνιδιών χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του τρόπου ανάπτυξης της πρωτότυπης εφαρμογής, αξιοποιώντας τις ενότητες εκμάθησης που έχουν καθοριστεί. Τα κριτήρια του παιχνιδιού περιλαμβάνουν στόχους, κανόνες, ανταγωνισμό, πρόκληση, φαντασία και ψυχαγωγία. Τα κριτήρια καθοδηγούν την ανάπτυξη ενός παιχνιδιού για να το κάνουν ενδιαφέρον και εφαρμόσιμο σε οποιαδήποτε κατάσταση [34].

Η αξιοποίηση των κινητών συσκευών στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας παρουσιάζει ήδη ελπιδοφόρες προοπτικές, καθώς σύμφωνα με αναφορές, συμβάλλει στη βελτίωση της ακαδημαϊκής απόδοσης και ενισχύει το ενδιαφέρον και το κίνητρο για τη μάθηση [34,35]. Παράλληλα, υπάρχουν ενδείξεις που υποδηλώνουν ότι οι εφαρμογές για κινητά μπορούν να συμβάλλουν στη δημιουργία αποτελεσματικών μελετητικών συνηθειών, ενισχύοντας έτσι τη διαδικασία της εκπαίδευσης [36]. Η ολοκλήρωση των κινητών τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία δεν ωφελεί μόνο τους μαθητές, αλλά και τους εκπαιδευτικούς, προσφέροντας νέες δυνατότητες αξιολόγησης [37].

Παρ' όλα αυτά, η επιλογή της κατάλληλης εκπαιδευτικής εφαρμογής για κινητά δεν πρέπει να γίνεται αυθαίρετα [38]. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε εφαρμογή περιορίζει τις δυνατότητες εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, ανάλογα με τις λειτουργίες της, τόσο σε τεχνικό όσο και σε εκπαιδευτικό επίπεδο. Παρά ταύτα, ο εκπαιδευτής διαθέτει την ειδίκευση για να καθοδηγήσει τη μαθησιακή διαδικασία, ωστόσο, μπορεί να αντιμετωπίζει δυσκολίες στην εφαρμογή εκπαιδευτικών εφαρμογών για κινητά [39]. Επομένως, υπάρχει ανάγκη για την ανάπτυξη προηγμένων εκπαιδευτικών εφαρμογών για κινητά, οι οποίες θα προσφέρουν τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για την αποτελεσματική διδασκαλία, καθώς και θα προάγουν τη δέσμευση και την ενθάρρυνση των μαθητών.

Τα χαρακτηριστικά που είναι κοινά σε όλα τα παιχνίδια περιλαμβάνουν την αναπαράσταση, την αλληλεπίδραση, τη σύγκρουση και την ασφάλεια. Η αναπαράσταση αναφέρεται σε παιχνίδια που αφορούν κάτι άλλο. Στο παιχνίδι μας, η εκπροσώπηση είναι μια σημαντική έννοια. Σαν ένα παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας, η βασική ιδέα είναι ότι ένα φυσικό περιβάλλον αντιπροσωπεύει το εικονικό περιβάλλον στο παιχνίδι [39], δηλαδή τα διάφορα τμήματα σε έναν κατασκευαστικό οργανισμό. Η αλληλεπίδραση συμβαίνει όταν ο παίκτης είναι σε θέση να επηρεάσει τον κόσμο του παιχνιδιού και να λάβει ουσιαστικές απαντήσεις σε ενέργειες, να αισθανθεί ότι ασχολείται με το παιχνίδι. Σε κάποιο βαθμό αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό που δεν είναι ενσωματωμένο στο ίδιο το παιχνίδι, αλλά αποκτάται παίζοντας το παιχνίδι.

Πέρα από την αναγνώριση της αξίας των εκπαιδευτικών εφαρμογών για κινητές συσκευές, είναι σημαντικό να εξεταστούν και τα τεχνικά χαρακτηριστικά που επιδρούν στην απόδοση και την αποτελεσματικότητά τους. Οι σύγχρονες φορητές συσκευές εξοπλίζονται με ποικίλα τεχνικά χαρακτηριστικά που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα της εκπαιδευτικής εμπειρίας. Η ταχύτητα του επεξεργαστή, η χωρητικότητα της μνήμης και η ποιότητα της γραφικής απόδοσης είναι κρίσιμες για την ανάπτυξη παιχνιδιών που είναι εκπαιδευτικά και ταυτόχρονα ελκυστικά για τους μαθητές. Επιπλέον, πρέπει να λάβουμε υπόψη τη συμβατότητα των εφαρμογών με διάφορες φορητές συσκευές και λειτουργικά συστήματα, καθώς η ποικιλία των συσκευών που χρησιμοποιούνται στον εκπαιδευτικό χώρο είναι μεγάλη.



Εικόνα 2.2 Χειρονομίες χειρισμού οθόνης αφής των έξυπνων κινητών συσκευών [41]

Η ασφάλεια των δεδομένων και η προστασία της ιδιωτικότητας πρέπει να αποτελούν προτεραιότητα, ιδίως όταν πρόκειται για τη συμμετοχή των μαθητών σε εκπαιδευτικά παιχνίδια [40]. Σύμφωνα με αρκετές έρευνες, ακόμη και παιδιά ηλικίας 3-4 ετών διαθέτουν τις δεξιότητες χρήση της τεχνολογίας κινητών συσκευών και οθονών αφής (εικόνα 2.2), που αξιοποιούν ποικίλου τύπου χειρονομίες, όπως swipe, tap, touch, slide [41] Τέλος, πρέπει να εξετάσουμε τον τρόπο που οι φορητές συσκευές ενσωματώνονται στον εκπαιδευτικό προγραμματισμό.



Εικόνα 2.3 Παραδείγματα κακού σχεδιασμού εκπαιδευτικών εφαρμογών [37].

Σε έρευνα σχετικά με την τεχνική πληρότητα των εκπαιδευτικών εφαρμογών που λειτουργούν σε κινητές συσκευές [37], διαπιστώθηκαν τα παρακάτω προβλήματα που σχετίζονται με κακή σχεδίαση (Εικόνα 2.3):

- Χαμηλή ποιότητα ήχου τόσο κατά τη διάρκεια της ενασχόλησης του χρήστη με την εφαρμογή όσο και κατά την εμφάνιση μηνυμάτων ως ανάδραση σε επιτυχείς ή ανεπιτυχείς ενέργειες του χρήστη.
- Χαμηλή ποιότητα στη χρήση εικόνων και πολυμεσικών στοιχείων.
- Ανεπιτυχής χρήση των θερμών σημείων (hotspots). Πολλά από τα διαδραστικά hotspots ενεργοποιούνταν με τρόπο ο οποίος δεν ήταν απόλυτα σχετικός με την πλοκή του παιχνιδιού ή της ιστορίας αποπροσανατολίζοντας εν τέλει το χρήστη.
- Έλλειψη σαφούς οριοθέτησης μεταξύ των διαφόρων στοιχείων διάδρασης με αποτέλεσμα τη δυσκολία να διακριθούν τα στοιχεία του παρασκηνίου από τα διαδραστικά, που σχετίζονται με την εξέλιξη της πλοκής της εφαρμογής.
- Στις περισσότερες εφαρμογές η διεπαφή χρήστη δεν ήταν ορθά σχεδιασμένη και εύκολη στη χρήση της.
- Λάθος τοποθέτηση του μενού, χωρίς αντιστοιχία στη χρήση των χειριστηρίων μεταξύ των εναλλαγών των οθονών. Επίσης, σε αρκετές εφαρμογές τα στοιχεία που έπρεπε να επιλέξει ο χρήστης είτε είχαν πολύ μικρό μέγεθος (ακόμη και για παιδικά δάκτυλα) είτε είχαν τοποθετηθεί πολύ κοντά με λοιπά γειτονικά στοιχεία, με αποτέλεσμα συχνά ο χρήστης να οδηγείται σε λανθασμένες επιλογές. Προηγούμενες έρευνες έχουνε δείξει ότι στόχοι επί της οθόνης μεγέθους 0.32 εκατοστών ή και λιγότερο θεωρούνται πολύ μικρού μεγέθους τόσο για τους ενήλικες όσο και για τα παιδιά [42].

- Υπερβολικά φορτωμένες διεπαφές χρήστη με κουμπιά, χαρακτήρες, βέλη πλοήγησης, που δυσχεραίνουν τον χειρισμό της εφαρμογής.

Όπως γίνεται εμφανές, οι έξυπνες κινητές συσκευές, μπορούν να λειτουργήσουν ως εκπαιδευτικά εργαλεία προσφέροντας υποστήριξη σε ορισμένες πτυχές της διδασκαλίας και της μάθησης. Σε αντίθεση με άλλες ψηφιακές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο προσχολικό εκπαιδευτικό περιβάλλον [42], η έρευνα έχει δείξει ότι οι νέοι χρήστες δεν αντιμετωπίζουν σοβαρές τεχνικές δυσκολίες στη χρήση των ταμπλετών και γρήγορα αποκτούν εμπειρία και δεξιότητες. Ακόμη και εάν δεν έχουν αναπτύξει τις λεπτές κινητικές δεξιότητες που απαιτούνται για τη χρήση περιφερειακών συσκευών όπως το ποντίκι σε συμβατικούς υπολογιστές, οι κινητές συσκευές αποτελούν μια ελκυστική επιλογή για την πραγματοποίηση ψηφιακών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για αυτήν την ηλικιακή ομάδα.

Η σχεδίαση της διεπαφής ενός παιχνιδιού έχει άμεσο αντίκτυπο στην απόλαυση του παιχνιδιού από τον χρήστη και είναι σημαντικό να ενσωματωθούν αισθητικά στοιχεία και σχεδιαστικές έννοιες στον σχεδιασμό αλληλεπίδρασης της διεπαφής του κινητού τηλεφώνου [43]. Εάν δεν τηρούνται οι σωστοί κανόνες σχεδίασης διεπαφής, εάν η χρήση χρωμάτων, εικόνων και κειμένου δεν λαμβάνεται υπόψη προσεκτικά και εάν η σχεδίαση της διεπαφής δεν βελτιστοποιείται από τη σκοπιά του χρήστη, μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε αντίσταση του χρήστη. Ως εκ τούτου, προκειμένου να ενισχυθεί καλύτερα η ψυχαγωγία και η επιστήμη του σχεδιασμού διαδραστικών διεπαφών παιχνιδιών για κινητά είναι απαραίτητη η απλότητα και η ευκολία χρήσης, καθώς και η αρμονία του στυλ σχεδίασης και των αρχών σχεδιασμού προσανατολισμένων στον χρήστη.

Στόχος είναι να διασφαλιστεί ότι η διαδραστική διεπαφή είναι πλήρως λειτουργική, ενώ ταυτόχρονα καθιστά τη σχεδίαση διεπαφής πιο σχετική με τις πιθανές ανάγκες του χρήστη, εμπλουτίζοντας την εμπειρία παιχνιδιού του χρήστη και διαφοροποιώντας τη σχεδίαση της διαδραστικής διεπαφής για να διατηρηθεί η καλύτερη ανάπτυξη των χρηστών σύμφωνα με τις ομάδες-στόχους χρηστών [44]. Η έρευνα σχεδιασμού διεπαφής αλληλεπίδρασης παιχνιδιών για κινητά δημιουργεί συνεχώς νέες προκλήσεις καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να αναπτύσσεται. Μόνο με τη συνεχή προσαρμογή του σχεδιασμού της διεπαφής στις ανάγκες των χρηστών μπορούμε να διασφαλίσουμε ότι η εμπειρία χρήστη γίνεται όλο και καλύτερη, προωθώντας έτσι την υγιή ανάπτυξη των παιχνιδιών για κινητά και άλλων συναφών βιομηχανιών.

Δεδομένου ότι το μέσο αλληλεπίδρασης στα παιχνίδια για κινητά είναι μια μικρή οθόνη αφής, είναι πρόκληση να παρουσιαστούν αρκετές πληροφορίες στον χρήστη. Η διεπαφή μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να είναι πιο περίπλοκη, με μεγάλες παραγράφους λεπτομερούς κειμένου για δυσνόητο περιεχόμενο και οι επιλογές μπορούν να τοποθετηθούν πιο ελεύθερα. Ωστόσο, σε αντίθεση με τα παιχνίδια για κινητά, λόγω των περιορισμών της συσκευής προβολής, η διαδραστική διεπαφή ενός παιχνιδιού είναι πολύ περιορισμένη ως προς την ποσότητα περιεχομένου που μπορεί να παρουσιαστεί στον χρήστη ταυτόχρονα και αυτό, σε συνδυασμό με τους περιορισμούς του ανθρώπινου οπτικού πεδίου, καθιστά πρόκληση τη σχεδίαση αυτής της διαδραστικής διεπαφής. Είναι δυνατόν να παρουσιαστεί συνωστισμός πληροφοριών ειδικά εάν παρουσιάζεται ταυτόχρονα υπερβολικό περιεχόμενο γραφικών ή κειμένου σε μία μόνο διεπαφή και αυτό προκαλεί μεγάλη οπτική πίεση στον χρήστη ή σε πιο σοβαρές περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσει συχνό λάθος άγγιγμα και ενόχληση λόγω του μικρού μεγέθους των επιλογών.

Για να αποφευχθεί αυτό, η σχεδίαση διεπαφής των παιχνιδιών για κινητά θα πρέπει να σχεδιάζεται από την ψυχολογική άποψη του χρήστη, ώστε να διασφαλίζεται ότι η διεπαφή είναι όσο το δυνατόν πιο

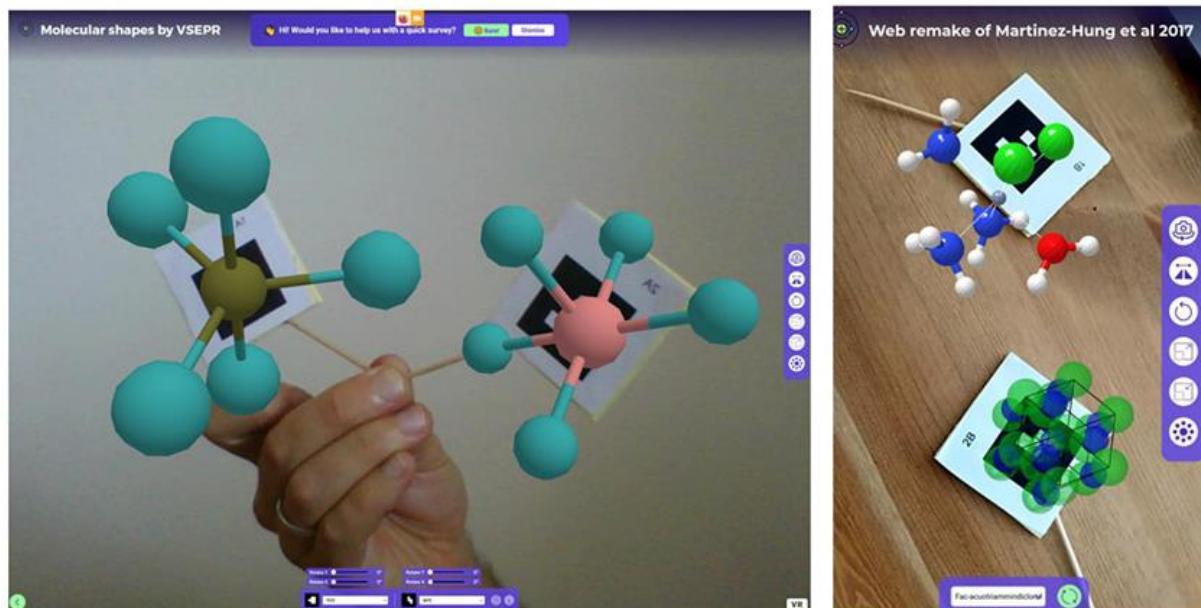
καθαρή και τακτοποιημένη, να μειώνεται η οπτική πίεση ελέγχου του χρήστη και να μειώνεται η εμφάνιση εσφαλμένης επαφής, βελτιώνοντας έτσι την εμπειρία του χρήστη. Αυτό μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους [46]:

- Συνδυασμός κειμένου και μοτίβου. Τα γραφικά, ως ένα πολύ οπτικό στοιχείο, μπορούν να αντιπροσωπεύουν μια συγκεκριμένη λειτουργία χρήσης πολύ καλά. Σε σύγκριση με την ανάγνωση κειμένου, η χρήση εικονιδίων που επιτρέπουν στον χρήστη να κατανοήσει τη λειτουργία μιας επιλογής μπορεί αναμφίβολα να μειώσει σημαντικά την οπτική πίεση στον χρήστη, διευκολύνοντας τον χρήστη να παίξει το παιχνίδι. Επομένως, μια παρουσίαση διεπαφής που χρησιμοποιεί μοτίβα με μικρή ποσότητα κειμένου είναι σίγουρα πιο αποδεκτή από την απλή συσσώρευση κειμένου. Ένα καλό παράδειγμα αυτού είναι η επιλογή «Ρυθμίσεις», μια ουσιαστική δυνατότητα σχεδόν σε όλα τα παιχνίδια, η οποία συχνά αντιπροσωπεύεται από έναν μικρό οδοντωτό τροχό που, όταν τον βλέπει, λέει στον χρήστη να εξατομικεύσει το παιχνίδι κάνοντας κλικ σε αυτό.
- Χρήση διαφορετικών χρωμάτων για διαφορετικές επιλογές. Οι άνθρωποι είναι ευαίσθητοι στην αντίθεση χρωμάτων, πράγμα που σημαίνει ότι εάν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διαφορετικά χρώματα για να μεταφέρουμε πληροφορίες, μπορούμε να αποθηκεύσουμε πολύ κείμενο και να βοηθήσουμε τον χρήστη να βρει την επιλογή που χρειάζεται να κάνει κλικ όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Για παράδειγμα, όταν υπάρχει ένα μη αναγνωσμένο μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο παιχνίδι, μπορείτε να επισημάνετε το εικονίδιο, να αντικαταστήσετε το αρχικό χρώμα εικονιδίου με ένα πιο κορεσμένο χρώμα ή να επισημάνετε την επάνω δεξιά γωνία του εικονιδίου με μια κίτρινη κουκκίδα για να υποδείξετε ότι έχετε μη αναγνωσμένα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, αντί να χρησιμοποιείτε κείμενο, το οποίο μπορεί να προκαλέσει οπτικό άγχος. Το μήνυμα θα εμφανιστεί στη δεξιά γωνία του εικονιδίου με μια κίτρινη κουκκίδα. Επιπλέον, η επισήμανση επιλογών που έχουν σοβαρές συνέπειες με ένα ειδικό χρώμα μπορεί επίσης να ειδοποιήσει τον χρήστη ώστε να μην τις αγγίξει κατά λάθος. Για παράδειγμα, ένα εμφανές κόκκινο κουμπί «έξοδος» μπορεί να είναι μια έγκαιρη υπενθύμιση ότι εκτελείτε μια «επικίνδυνη» ενέργεια, κάνοντας τους χρήστες πιο προσεκτικούς όταν το κάνουν, μειώνοντας έτσι τον αριθμό των τυχαίων αγγιγμάτων και βελτιώνοντας την εμπειρία χρήστη.
- Δυνατότητα κλιμάκωσης. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η τοποθέτηση πάρα πολλών επιλογών στην ίδια διεπαφή μπορεί εύκολα να προκαλέσει πίεση οπτικού φιλτραρίσματος στον χρήστη, με αποτέλεσμα μια κακή εμπειρία. Ωστόσο, μερικές φορές τα παιχνίδια πρέπει να έχουν αρκετές επιλογές για να εξασφαλίσουν ότι ο παίκτης θα έχει την πλήρη εμπειρία παιχνιδιού. Εδώ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ράβδους συρρίκνωσης για να αποκρύψουμε ορισμένες από τις λιγότερο συχνά χρησιμοποιούμενες λειτουργίες ή επιλογές που χρησιμοποιούνται πιο συχνά για να αποφύγουμε την οπτική πίεση στον χρήστη και να αφήσουμε περισσότερο χώρο για επιλογές στις οποίες μπορεί να κάνει συχνά κλικ ο χρήστης, βελτιώνοντας τη χρήση του χώρου της διεπαφής. Για παράδειγμα, η επιλογή καθημερινού check-in είναι πολύ ιδιαίτερη και, παρόλο που οι χρήστες πρέπει να κάνουν κλικ σε αυτήν κάθε μέρα, δεν θα τη χρησιμοποιήσουν ξανά αφού κάνουν κλικ σε αυτήν μία φορά την ημέρα. Ως αποτέλεσμα, η επιλογή καθημερινού check-in θα ήταν κάπως περιττή εάν τοποθετηθεί στην κύρια οθόνη. Εδώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ράβδος συρρίκνωσης για να την κρύψει αφού ο χρήστης ολοκληρώσει το check-in και να παρέχει ένα μέρος για πιο σημαντικά χαρακτηριστικά.

2.2 Χρήση Εκπαιδευτικών Παιχνιδιών στη Διδακτική της Χημείας

2.2.1 Οφέλη και Πολυπλοκότητα

Η πολυπλοκότητα της χημείας [47], μπορεί να προκληθεί κυρίως από τη συμμετοχή αφηρημένων εννοιών που είναι δύσκολο να περιγραφούν. Μπορούν επίσης να αναφερθούν και άλλοι παράγοντες, όπως η απαίτηση για γνωστικές και χωρικές δεξιότητες. Ωστόσο, ο βαθμός αφαίρεσης που απαιτείται για την κατανόηση της μετάβασης μεταξύ συμβολικών, μικροσκοπικών και μακροσκοπικών χημικών επιπέδων μπορεί να είναι μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις. Είναι σε αυτή την αλληλεπίδραση μεταξύ των επιπέδων που η Ε.Π. μπορεί να συμβάλει εκπαιδευτικά, επιτρέποντας την οπτικοποίηση και τον ψηφιακό χειρισμό χημικών μοντέλων και διαδικασιών. Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (Ε.Π.) είναι ολοένα και πιο παρούσα στις διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης της χημείας. Θεωρείται ως ένας σημαντικός παιδαγωγικός πόρος που επιτρέπει την ενίσχυση της κατανόησης περίπλοκων εννοιών στα περισσότερα εκπαιδευτικά επίπεδα [48]. Όσον αφορά τις προκλήσεις που εντοπίζονται, σχετίζονται κυρίως με τη δυσκολία χρήσης των μαθητών, την απόσπαση της προσοχής και τα τεχνικά προβλήματα [49].



Εικόνα 2.4 Παράδειγμα εκπαιδευτικής εφαρμογής Ε.Π. [50]

Μία εφαρμογή Ε.Π. μπορεί να μεταμορφώσει την οπτικοποίηση στη μάθηση χημείας. Παρέχει μια εξαιρετική ευκαιρία να κατανοήσουμε τις δομές από όλες τις γωνίες, να οπτικοποιήσουμε το πώς είναι διατεταγμένα τα άτομα και οι δεσμοί καθώς και να καταστήσει σαφείς πιο αφηρημένες χημικές έννοιες. Οι τρέχουσες τρισδιάστατες χημικές αναπαραστάσεις και χειρισμοί αυξάνονται σε όλα τα στάδια της χημείας, παρά τις δυσκολίες στην ανάπτυξη μοριακού λογισμικού που πληροί αυστηρά επιστημονικά κριτήρια. Όσον αφορά τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, φαίνεται σκόπιμο να ενσωματώθει σταδιακά η Ε.Π. στα αρχικά στάδια των μελετών χημείας σύμφωνα με έναν αριθμό μελετών που υποστηρίζουν την αποτελεσματικότητά του. Για παράδειγμα, οι οπτικοποιήσεις Ε.Π. εμφανίζονται ως ένα πολύτιμο συμπληρωματικό εργαλείο για την εκμάθηση βασικών εννοιών όπως η στερεοχημεία, ο συντονισμός μεταλλικών συμπλεγμάτων και οι βιομακρομοριακές δομές ή για πιο προηγμένα θέματα όπως η

εξερεύνηση μοριακών επιφανειών, γεωμετρίες, καταστάσεις μετάβασης ή διαμοριακές αλληλεπιδράσεις.

Όπως παρουσιάζεται και στην εικόνα 2.4, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να είναι ένα ενδιαφέρον συμπλήρωμα για να βοηθήσει τα εργαστηριακά μαθήματα μέσω της χρήσης ψηφιακών αντιγράφων. Η τάση που παρατηρείται υποδηλώνει ότι πολλά από τα επόμενα σενάρια μάθησης θα είναι εικονικοί χώροι εργασίας. Ωστόσο, ο τεχνολογικός γραμματισμός των καθηγητών χημείας πρέπει να αυξηθεί σημαντικά και οι δάσκαλοι πρέπει να επανεξετάσουν τις καταλληλότερες μεθοδολογίες μάθησης για να εφαρμόσουν αποτελεσματικά την Ε.Π. στην εκπαίδευση. Η μεγαλύτερη αλλαγή που προκαλείται από την Ε.Π. θα είναι η ανθρώπινη αλληλεπίδραση με την πραγματικότητα, συμπεριλαμβανομένου του ψηφιακού στοιχείου σε αυτή τη διαδικασία. Με αυτόν τον τρόπο, ενσωματώνονται νέα μοτίβα χειρονομίας για τη διευκόλυνση της αλληλεπίδρασης και της αναγνώρισης των χειρονομιών του χρήστη χωρίς την ανάγκη μιας ενδιάμεσης διεπαφής, όπως μια κάμερα που κάνει παρακολούθηση ματιών.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 2, τα κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιούνται με αμέτρητους τρόπους που γίνονται μέρος της εκπαίδευτικής δραστηριότητας τόσο των μαθητών όσο και των καθηγητών. Επί του παρόντος, τα smartphones έχουν ορισμένους περιορισμούς στη λειτουργία με λογισμικό Ε.Π., αλλά αυτές οι εφαρμογές θα έχουν πιο αποτελεσματική και ειδική χρήση στη χημεία. Αυτό θα συνδυαστεί με την τεχνητή νοημοσύνη, τα μεγάλα δεδομένα, τα δίκτυα και την παγκόσμια συνεργασία. Παρέχοντας μια τρισδιάστατη προοπτική, η Ε.Π. θα βοηθούσε περισσότερο την πανταχού παρούσα συνεργατική μάθηση στις τάξεις και ακόμη και στις διαλέξεις. Μπορεί να παρέχει στους μαθητές μια αίσθηση αμεσότητας, παρουσίας και εμβάπτισης, ακόμη και την ικανότητα να χειρίζονται τις δομές εικονικά. Όλοι οι εκπαιδευόμενοι που χρησιμοποιούν την Ε.Π. θα έχουν ευκαιρίες για δημιουργία συμφραζόμενων και αυθεντικότητα, ενώ θα μεταφέρουν τις χημικές δομές. Ενώ η διαδικασία μάθησης παρέχεται από την επαυξημένη πραγματικότητα, αυξάνονται οι πιθανότητες για περισσότερη ενσωμάτωση στο πλαίσιο και επίσης ο λόγος μεταξύ δασκάλου και μαθητών καθώς και μαθητών και μαθητών. Πολλές από τις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας εκτελούνται με ευκολία σε έξυπνες κινητές συσκευές (smartphone). Σε γενικές γραμμές, ορισμένα βασικά ευρήματα της Ε.Π. μπορούν να περιγραφούν μέχρι στιγμής:

- Είναι μια σχετικά απλή τεχνολογία με τις περισσότερες από τις τεκμηριωμένες εμπειρίες να επικεντρώνονται σε ένα πρώιμο στάδιο εκπαίδευσης.
- Μπορεί να βοηθήσει στην οπτικοποίηση των τρισδιάστατων μορίων με αποτελεσματικό και αποδοτικό τρόπο.
- Τα εργαλεία υπολογιστών χρησιμοποιούνται συνήθως, ενώ οι εφαρμογές και το λογισμικό για smartphone εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται για πιο απλές δομές.
- Προσφέρει κίνητρο για τους μαθητές, που απολαμβάνουν να χρησιμοποιούν την Ε.Π..
- Μπορεί να φανεί χρήσιμο για την ελαχιστοποίηση του κόστους και των κινδύνων στα πειραματικά μαθήματα.
- Οι τρισδιάστατες προσομοιώσεις και το διαδραστικό λογισμικό ατομικής/μοριακής αναπαράστασης χρησιμοποιούνται ευρέως, αποτελεσματικά σε οθόνες 2D του παραδοσιακού τερματικού υπολογιστή, σε μαθήματα χημείας όλων των επιπέδων.
- Υπάρχουν εμπόδια συστηματική ενσωμάτωσή της σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Υπό αυτή την έννοια, αυτές οι τεχνολογίες είναι νέες και δεν διαθέτουν αποδεδειγμένο ιστορικό αποτελεσματικότητας.
- Τα απαιτούμενα εργαλεία, όπως τα γυαλιά HoloLens, χρειάζονται υπολογιστές υψηλής απόδοσης για την εμφάνιση τρισδιάστατων εικόνων κίνησης και μπορεί να είναι ακριβό για τους μαθητές.

2.2.2 Εικονικά Εργαστήρια

Σε ένα εικονικό εργαστήριο, οι μαθητές μπορούν να προετοιμαστούν και να εξασκηθούν πριν από το πραγματικό πείραμα με μεγαλύτερη σιγουριά στη λειτουργία του, βελτιώνοντας έτσι την πρακτική τους απόδοση και μειώνοντας τις πιθανές σπατάλες σε υλικά ή χρόνο [51]. Η επίτευξη των στόχων των μαθητών στη μάθηση θα μπορούσαν επίσης να υποβοηθηθούν όταν το εικονικό εργαστήριο ενσωματωθεί με προσομοιωμένα εκπαιδευτικά παιχνίδια για διάφορα θέματα. Ωστόσο, ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζονται αυτά τα πειραματικά στοιχεία σε προσομοίωση μπορεί να μην είναι συνεπής με το πώς φαίνονται πραγματικά στην πραγματική ζωή. Για να βοηθήσουμε τους μαθητές να γνωρίσουν τα πραγματικά πειραματικά αντικείμενα, συνδυάζεται η επαυξημένη πραγματικότητα (Ε.Π.) με το εικονικό εργαστήριο [52].



Εικόνα 2.5 Εκπαιδευτική εφαρμογή εικονική πραγματικότητας SuperChem VR [52].

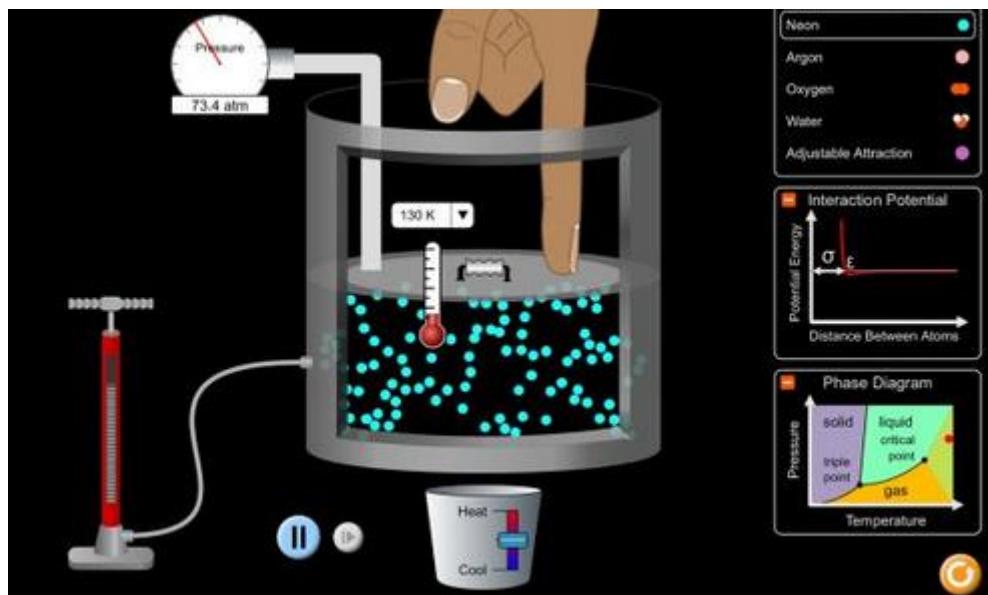
Όταν οι μαθητές εξερευνούν τα απαραίτητα στοιχεία για το πείραμα σε ένα πραγματικό εργαστήριο, διευκολύνεται η κατανόηση των μαθητών για το πώς φαίνονται αυτά τα αντικείμενα και πώς πρέπει να χρησιμοποιηθούν, οδηγώντας έτσι στη μεταφορά μάθησης. Το θεμέλιο της εκπαιδευτικής θεωρίας της ενσωμάτωσης της τεχνικής Ε.Π. και των εργασιών με βάση τα συμφραζόμενα θα μπορούσε να είναι η αγκυρωμένη οδηγία όπου οι ενδείξεις θα μπορούσαν να εδραιωθούν στις εργασίες εξερεύνησης Ε.Π.. Οι προσομοιώσεις μπορούν να αναπαράγουν πειράματα και χημικές διεργασίες που είναι δύσκολο ή επικίνδυνο να πραγματοποιηθούν στο πραγματικό εργαστήριο

2.2.3 Προσομοιώσεις Διεργασιών και εκμάθηση Χημικών Εννοιών

Οι μαθητές μπορούν να πραγματοποιήσουν πειράματα, να παρατηρήσουν αλλαγές και να εξετάσουν τα αποτελέσματα σε ασφαλές και ελεγχόμενο περιβάλλον [53]. Αυτό επιτρέπει την πρακτική εκμάθηση της χημείας χωρίς τους περιορισμούς του πραγματικού εργαστηρίου. Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διασκεδάσουν και να ενθαρρύνουν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στην εκμάθηση χημικών εννοιών. Αυτά τα παιχνίδια μπορούν να περιλαμβάνουν αποστολές

για την αναγνώριση χημικών στοιχείων, την επίλυση χημικών εξισώσεων, και τη διερεύνηση χημικών αντιδράσεων.

Μέσω των διαδραστικών παιχνιδιών, οι μαθητές αναπτύσσουν τις γνώσεις τους και την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τις έννοιες σε πραγματικές καταστάσεις. Ένα παιχνίδι που παρέχει μια εκπαιδευτική προσομοίωση είναι από τη φύση του χωρίς όρια και δεν εφαρμόζει ένα αυστηρό σύνολο κανόνων, καθώς προορίζεται να ενθαρρύνει την εξερεύνηση και την κριτική σκέψη. Αντίθετα, πρέπει να βασίζεται σε ένα χαλαρό σύνολο κανόνων όπου η αμοιβαία κατανόηση του γενικού παιχνιδιού αναμένεται από τους παίκτες [53]. Το παιχνίδι με ελεύθερη μορφή έχει κανόνες, αλλά αυτοί είναι σιωπηροί και ευέλικτοι και μπορεί να μην προφέρονται καν, ωστόσο λειτουργούν ως κατευθυντήριες γραμμές. Αυτοί οι σιωπηροί κανόνες διαμορφώνουν ολόκληρη την εμπειρία του να είσαι στο παιχνίδι με άλλους. Συνοπτικά το παιχνίδι έχει ένα σύστημα κανόνων αλλά ταυτόχρονα είναι και ένα περιβάλλον ανοιχτού τύπου, παρόμοιο με αυτό της εικόνας 2.6 παρακάτω.



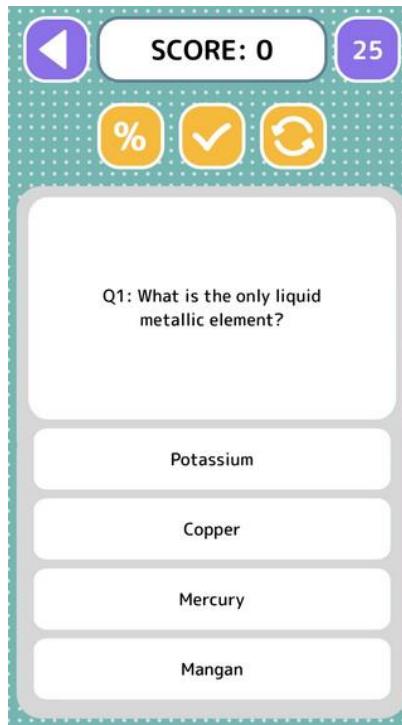
Εικόνα 2.6 Εκπαιδευτικό παιχνίδι με προσομοίωση διεργασιών [54].

2.2.4 Παιχνίδια Γνώσης

Παιχνίδια που δοκιμάζουν τις γνώσεις των μαθητών σχετικά με τα χημικά στοιχεία, τις χημικές ενώσεις, τις χημικές αντιδράσεις και τον περιοδικό πίνακα. Μέσα από παιχνίδια, όπως κουίζ, γρίφους και ανταγωνιστικές δοκιμασίες, οι μαθητές αναπτύσσουν την κατανόησή τους για τα χημικά θέματα και τη μνήμη τους [55]. Τα παιχνίδια γνώσεων είναι σχεδιασμένα για να προσφέρουν μια διασκεδαστική εμπειρία που συνδυάζεται με την εκπαίδευση. Οι παίκτες απολαμβάνουν το παιχνίδι ενώ ταυτόχρονα αποκτούν γνώσεις σε θέματα όπως η επιστήμη, η ιστορία, η γεωγραφία, και άλλους τομείς και συνήθως προσαρμόζονται σε εκπαιδευτικούς στόχους. Αυτό σημαίνει ότι τα παιχνίδια σχεδιάζονται για να διδάξουν συγκεκριμένες γνώσεις, έννοιες ή δεξιότητες που σχετίζονται με έναν συγκεκριμένο τομέα.

Υπάρχουν διάφορα είδη παιχνιδιών γνώσεων, όπως κουίζ, γρίφοι, επιτραπέζια παιχνίδια, και εκπαιδευτικά παιχνίδια στον υπολογιστή. Αυτή η ποικιλία επιτρέπει στους παίκτες να επιλέξουν το είδος παιχνιδιού που τους ενδιαφέρει περισσότερο. Συνήθως περιλαμβάνουν δοκιμασίες και προκλήσεις

που απαιτούν από τους παίκτες να λύσουν προβλήματα και να απαντήσουν σε ερωτήσεις, ενθαρρύνοντας τη σκέψη και την αναζήτηση γνώσεων. Έχουν ιδιαίτερη εκπαιδευτική αξία καθώς προάγουν την μάθηση και την απόκτηση γνώσεων σε διάφορους τομείς μέσα από φιλικά προς τον χρήστη περιβάλλοντα (εικόνα 2.7). Οι παίκτες μπορούν να αναπτύξουν νέες δεξιότητες ή να ενισχύσουν τις υπάρχουσες. Συχνά έχουν και κοινωνική διάσταση, καθώς ενθαρρύνουν τη συνεργασία και τον ανταγωνισμό μεταξύ των παικτών.



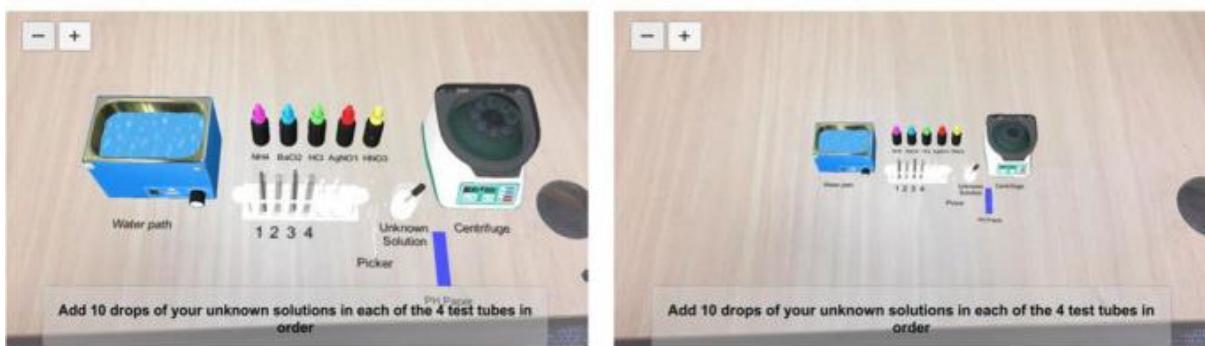
Εικόνα 2.7 Ψηφιακό εκπαιδευτικό παιχνίδι γνώσης τύπου κουίζ για κινητές συσκευές [56].

2.2.5 Παραδείγματα Εκπαιδευτικών Παιχνιδιών

Τα ψηφιακά παιχνίδια έχουν προταθεί ως ένας αποτελεσματικός τρόπος για την προώθηση της εννοιολογικής κατανόησης των αφηρημένων γνώσεων και της μεταφοράς επίλυσης προβλημάτων από τους μαθητές. Τα σύγχρονα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να διευκολύνουν ουσιαστικές εμπειρίες επίλυσης προβλημάτων για τους μαθητές, επιτρέποντάς τους να οπτικοποιήσουν αφηρημένες έννοιες και να τοποθετήσουν τις έννοιες σε διαφορετικά πλαίσια για να αποκτήσουν καλύτερη κατανόηση [57]. Μπορούν να παρέχουν άμεση ή έγκαιρη ανατροφοδότηση στους μαθητές για να αξιολογήσουν και να προσαρμόσουν τη διαδικασία τους. Τα παιχνίδια ενθαρρύνουν τους παίκτες να σχηματίσουν αρχικές υποθέσεις, να τις δοκιμάσουν, να παρατηρήσουν το αποτέλεσμα και να αναθεωρήσουν τις υποθέσεις τους.

Ένα παράδειγμα αποτελεί το “LeARn” [58], το οποίο ενσωματώνει Ε.Π. και εικονικό εργαστήριο με βάση τη θεωρία αγκυροβολημένης διδασκαλίας. Οι μαθητές στη μελέτη ομαδοποιούνται για τη συνεργατική επίλυση προβλημάτων και κάθε μέλος της ομάδας μπορεί να μοιραστεί και να εξοικειώσει τη γνώση που αποκτήθηκε, βοηθώντας τους μαθητές να κατανοήσουν τη γνώση της χημείας και τις εμπειρίες λειτουργίας. Το εκπαιδευτικό παιχνίδι περιλαμβάνει δύο στάδια, συμπεριλαμβανομένου του σταδίου εξερεύνησης Ε.Π. και του σταδίου εικονικού εργαστηρίου.

Κεφάλαιο 2



Εικόνα 2.8 Εκπαιδευτική εφαρμογή Ε.Π. "LeARn" με δυνατότητες συνεργασίας

Στο στάδιο της εξερεύνησης Ε.Π., οι παίκτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν υπολογιστές tablet ή κινητά τηλέφωνα για να σαρώσουν τις κάρτες μπροστά από τα πειραματικά αντικείμενα στο εργαστήριο για να συλλέξουν και να φτιάξουν τα πειραματικά αντικείμενα και τα υλικά χημείας που χρειάζονται. Οι παίκτες προσπαθούν επίσης να λύσουν τα προβλήματα ασφάλειας στο εργαστήριο. Η άμεση ανατροφοδότηση και οι καθοδηγούμενες ενδείξεις που παρέχονται από την Ε.Π. ως γνωστική σκαλωσιά βοηθούν τους μαθητές να γνωρίζουν τα χαρακτηριστικά και την εμφάνιση των αντικειμένων του πειράματος καθώς και τους κανόνες ασφαλείας του εργαστηρίου [58]. Αφού συλλέξουν τα αντικείμενα του πειράματος, οι παίκτες μπορούν να εισέλθουν στο εικονικό εργαστήριο. Το σύστημα εικονικού εργαστηρίου αφορά ένα εικονικό πείραμα που χρειάζονται οι παίκτες για να φτιάξουν έναν εξοπλισμό παροχής οξυγόνου σε έναν υπολογιστή tablet και μπορούν να σύρουν οποιοδήποτε αντικείμενο με βάση τις ενδείξεις για μια λειτουργία προσομοίωσης πειράματος (Εικόνα 2.8).



Εικόνα 2.9 Εκπαιδευτική εφαρμογή CHEMIST - Virtual Chem Lab

Η εφαρμογή της εικόνας 2.9, CHEMIST - Virtual Chem Lab, προσομοιώνει εικονικά ένα εργαστήριο χημείας. Το λογισμικό είναι επί πληρωμή και είναι διαθέσιμο μόνο για συσκευές Android. Ο Χημικός χρησιμοποιεί τρισδιάστατα μοντέλα που επιτρέπουν τη διεξαγωγή χημικών πειραμάτων και την παρατήρηση των αντιδράσεών χρησιμοποιώντας διάφορα εργαλεία και αντιδραστήρια. Ωστόσο, τα

περισσότερα από τα χαρακτηριστικά του είναι διαθέσιμα μόνο ως αγορά εντός εφαρμογής, γεγονός που το καθιστά περιορισμένο. Ωστόσο, για να χρησιμοποιήσετε αυτήν την εφαρμογή πρέπει να έχετε προηγούμενη γνώση της χημείας.



Εικόνα 2.10 Εκπαιδευτικό παιχνίδι Atomic Pop It

Στο εκπαιδευτικό παιχνίδι Atomic Pop It που παρουσιάζεται στην εικόνα 2.10, και προσφέρεται από την πλατφόρμα legendslearning.com, ο παίκτης είναι επικεφαλής του πιο ισχυρού εκτοξευτή υποατομικών σωματιδίων σε ολόκληρο τον γαλαξία, ώστε να συγκεντρώσει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για να ολοκληρώσει τον περιοδικό πίνακα.



Εικόνα 2.11 Εκπαιδευτικό παιχνίδι μαθηματικών Twelve a Dozen

H Touch Press Games έχει αναπτύξει το εκπαιδευτικό παιχνίδι μαθηματικών «Twelve a Dozen», που βοηθά τα παιδιά να κατανοήσουν την αρχική διαδικασία σκέψης της άλγεβρας και να εξερευνήσουν μεγαλύτερες, πιο σύνθετες αλγεβρικές εξισώσεις. Στο Twelve a Dozen, ο χρήστης γίνεται ένα με τον αριθμητικό ήρωα, το Twelve, σε ένα ταξίδι μέσα από ένα σύμπαν αριθμών. Είναι σε μια αποστολή να σώσει την οικογένειά της και τον κόσμο της Dozenopolis που καταρρέει από τον καταστροφικό

Ultimate Prime. Οι παίκτες χρησιμοποιήσουν τις δεξιότητές τους και την κατανόηση των βασικών μαθηματικών εννοιών λύνοντας γρίφους.



Εικόνα 2.12 Εκπαιδευτικό παιχνίδι γεωγραφίας Carmen Sandiego

Σε συνεργασία με την εκδοτική εταιρεία εκπαίδευσης Houghton Mifflin Harcourt, το Google Earth δημιούργησε μια σειρά παιχνιδών Carmen Sandiego: The Crown Jewels Caper, Tutankhamun's Mask Caper και The Keys to the Kremlin Caper. Ο παίκτης βοηθάει την Carmen Sandiego να εντοπίσει διαρρήκτες που εργάζονται για μια παγκόσμια εγκληματική οργάνωση που ονομάζεται VILE. Πετώντας από ήπειρο σε ήπειρο, οι παίκτες λαμβάνουν συνέντευξη από χαρακτήρες για να αποκτήσουν στοιχεία που βοηθούν στον εντοπισμό των διαρρηκτών ενώ δοκιμάζουν τις γνώσεις τους στη γεωγραφία.

2.3 Επίλογος

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί το θεμέλιο για την κατανόηση του πώς η τεχνολογία, σε συνδυασμό με τη διδακτική εφαρμογή των εκπαιδευτικών παιχνιδών, μπορεί να μεταμορφώσει την εκπαίδευση και να εμπνεύσει τους μαθητές να ανακαλύψουν τον κόσμο της χημείας με νέο και διασκεδαστικό τρόπο. Εξετάστηκε ο τρόπος πώς τα εκπαιδευτικά παιχνίδια συνδέονται με τους μαθησιακούς στόχους και πώς ο σχεδιασμός τους μπορεί να ανταποκριθεί στις εκπαιδευτικές απαίτησεις. Ταυτόχρονα, ήρθε στην επιφάνεια η σημασία της σχεδίασης για κινητές συσκευές και οι προκλήσεις που ανακύπτουν από αυτήν τη διαδικασία. Αναδείχθηκαν οι τρόποι χρήσης των εκπαιδευτικών παιχνιδών στη διδακτική της χημείας, από τη χρήση εικονικών εργαστηρίων και προσομοιώσεων διεργασιών ως την ενσωμάτωση των παιχνιδιών γνώσης στη διδακτική διαδικασία. Επίσης παρουσιάστηκαν παραδείγματα εκπαιδευτικών παιχνιδών που μπορούν να εφαρμοστούν στη διδακτική της χημείας και να μετατρέψουν τη διαδικασία της μάθησης σε πιο διασκεδαστική και αποτελεσματική, ανοίγοντας το δρόμο για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη σε αυτόν τον σημαντικό τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

Κεφάλαιο 3ο: Εφαρμογές και Παιχνίδια Επαυξημένης Πραγματικότητας

3.1 Επαυξημένη Πραγματικότητα: Ορισμός

Η επαυξημένη πραγματικότητα (ΕΠ) αποτελεί έναν τομέα της τεχνολογίας όπου γίνεται συνεχής συγχώνευση εικονικών εικόνων που παράγονται από υπολογιστή με τον πραγματικό κόσμο, επεκτείνοντας την πρόσβαση σε πληροφορίες και δημιουργώντας νέες ευκαιρίες για αλληλεπίδραση. Οι Milgram και Kishino περιγράφουν την ΕΠ ως μια συνεχή μετάβαση από τον πραγματικό κόσμο στον εικονικό, καθώς τα εικονικά αντικείμενα συμπληρώνουν την πραγματικότητα. Η στενή σχέση της με τον πραγματικό κόσμο μας επιτρέπει να την αντιλαμβανόμαστε ως μια επέκταση του πραγματικού κόσμου, με την προσθήκη εικονικών στοιχείων. Σε αυτή τη μελέτη, υποθέτουμε ότι η ΕΠ αναφέρεται σε κάθε περίπτωση όπου ενισχύεται η εμφάνιση του πραγματικού περιβάλλοντος με τη χρήση εικονικών αντικειμένων. Ο Milgram χρησιμοποιεί την έννοια της μικτής πραγματικότητας για να περιγράψει πώς το εικονικό και το πραγματικό μπορούν να συνυπάρξουν. Η συνεχής μικτή πραγματικότητα αναπαριστά ένα φάσμα, όπου η μία άκρη αντιπροσωπεύει τον πραγματικό κόσμο και η άλλη τον εικονικό. Μεταξύ αυτών των δύο άκρων υπάρχουν διάφοροι τρόποι συνδυασμού του πραγματικού και του εικονικού περιβάλλοντος για τη δημιουργία της επαυξημένης πραγματικότητας και της επαυξημένης εικονικότητας. Όλοι αυτοί οι διάφοροι τρόποι συνδυασμού του πραγματικού και του εικονικού κόσμου συγκεντρώνονται κάτω από τον όρο "ομπρέλα μικτής πραγματικότητας" [60].



Εικόνα 3.1 Το συνεχές του Milgram's

Ένα σύστημα αλληλεπίδρασης επαυξημένης πραγματικότητας συνίσταται στην αναγνώριση, όταν το λογισμικό καταγράφει ορόσημα και, στην παρακολούθηση, ενώ τα επιθυμητά μέσα επικαλύπτονται στον πραγματικό κόσμο, ψηφιακά [61]. Αυτό το σύστημα μπορεί να χωριστεί σε [62]:

- Σύστημα Ε.Π. με βάση δείκτες: η κάμερα αναγνωρίζει φυσικά ορόσημα (εικόνες, σώματα ή χώρους), έτσι ώστε η συσκευή να μπορεί να εκτιμήσει τη θέση, τον προσανατολισμό και την κίνηση του εικονικού αντικειμένου. Συνήθως αυτά τα συστήματα έχουν υψηλότερη ακρίβεια από τους αλγόριθμους για την καταχώριση περιβάλλοντος. Ένα παράδειγμα εφαρμογής Ε.Π. για εκπαίδευση, χρησιμοποιώντας δείκτες, που εισήχθη από τους Young et al. [63], είναι μια εφαρμογή με ένα παιχνίδι για τα μαθηματικά που χρησιμοποιεί έναν πράσινο δείκτη για την παρακολούθηση, που αντιπροσωπεύει τον εικονικό/προσομοιωμένο κόσμο.
- Σύστημα Ε.Π. χωρίς δείκτες: το σύστημα χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό χαρακτηριστικών για τον προσδιορισμό της γεωγραφικής θέσης και του προσανατολισμού της συσκευής και επιτρέπει την παρουσίαση πληροφοριών σύμφωνα με το προτεινόμενο πρόγραμμα. Μία από τις πιο επιτυχημένες εφαρμογές της Επαυξημένης Πραγματικότητας χωρίς δείκτες είναι το Pokemon Go. Το παιχνίδι συνίσταται στην αναζήτηση στο πραγματικό περιβάλλον για εικονικά μοντέλα (Pokemon). Όταν ο παίκτης τραβήξει τον κόσμο με την κάμερα του τηλεφώνου του μπορεί να εμφανιστεί ένα Pokemon και, σε αυτήν την περίπτωση, μπορεί να καταγραφεί. Από

την κυκλοφορία του, το 2016, το παιχνίδι έχει κερδίσει περισσότερα από 2 δισεκατομμύρια δολάρια, οδηγώντας σε έρευνα σχετικά με τις επιπτώσεις του στους παικτες [64]. Το περιβάλλον παρακολούθησης λογισμικού χωρίς δείκτες συνήθως αναζητά ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο για την εκτίμηση της επιφάνειας και συνήθως δεν είναι τόσο ακριβές όσο τα συστήματα με δείκτες. Στην εικόνα 3.2 (δεξιά) παρουσιάζεται ένα παράδειγμα συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας χωρίς δείκτες.



Εικόνα 3.2 Παιχνίδι Ε.Π. με marker (αριστερά) και χωρίς marker (δεξιά)

Όσον αφορά τις χρήσεις και τις εφαρμογές των πόρων Ε.Π., διεξάγονται αρκετές μελέτες και εισάγονται διάφορες υπολογιστικές λύσεις για τη χρήση του Ε.Π.. Για παράδειγμα, υπάρχουν μελέτες στις οποίες η Ε.Π. έχει χρησιμοποιηθεί στη γεωργία [64], για ψυχαγωγία [65], στο μάρκετινγκ και στη διαφήμιση, σε ιατρικές εφαρμογές καθώς και στην εκπαίδευση [66]. Η κύρια ιδέα πίσω από τη χρήση της Ε.Π. σε αυτές τις μελέτες είναι η ανάπτυξη ελκυστικού και διαδραστικού περιεχομένου και λύσεων, παρέχοντας στους χρήστες διαφορετικές και εμπλουτιστικές εμπειρίες. Στον τομέα της εκπαίδευσης, ειδικότερα, οι ραγδαίες εξελίξεις στην Ε.Π. έχουν προωθήσει τη γρήγορη επέκταση της χρήσης της σε εφαρμογές διδασκαλίας και μάθησης [67]. Στον τομέα της χημείας, η Ε.Π. έχει προσελκύσει μεγάλο ενδιαφέρον, κυρίως επειδή δίνει στους μαθητές την ευκαιρία να οπτικοποιήσουν φαινόμενα που δεν είναι συνήθως ορατά με το ανθρώπινο μάτι.

Η επαυξημένη πραγματικότητα (Ε.Π.) δίνει στους εκπαιδευτικούς την ευκαιρία να παρέχουν νέους τρόπους παρουσίασης μαθησιακού υλικού, επιτρέποντάς τους να σχεδιάσουν πιο διαδραστικά περιβάλλοντα μάθησης βοηθώντας τη διατήρηση της νέας και τη βελτίωση της μαθησιακής απόδοσης [68]. Σε περιόδους κοινωνικής αποστασιοποίησης, όπως σε αυτό που συνέβη με την πανδημία COVID-19, οι εφαρμογές Ε.Π. μπορεί να είναι πολύ χρήσιμες, επιτρέποντας στους μαθητές να εργάζονται από το σπίτι τους χρησιμοποιώντας κοινές κινητές συσκευές. Έτσι, αρκετοί τομείς μάθησης έχουν σταδιακά υποβοηθηθεί από στρατηγικές που περιλαμβάνουν Ε.Π.. Ένας αριθμός πρόσφατων ερευνών με αυτήν την τεχνολογία έχει διεξαχθεί σε πολλούς και διαφορετικούς τομείς [72-74]. Στη χημεία, η κατανόηση του μικροσκοπικού/μακροσκοπικού χημικού κόσμου και των αφηρημένων εννοιών, που περιλαμβάνουν σύνθετα θέματα, όπως μοριακές δομές [75], χημικούς δεσμούς και χημικές αντιδράσεις [76].

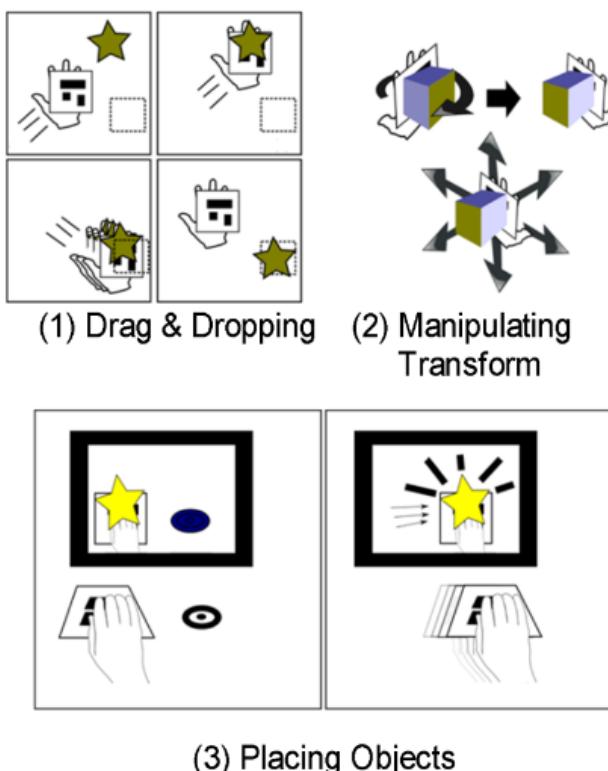
Η απεικόνιση τρισδιάστατων (3D) μοντέλων μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία κατανόησης αυτού του κόσμου [77]. Αντά τα μοντέλα μπορεί να αντιπροσωπεύουν χημικές διεργασίες σε ατομικό επίπεδο, οι οποίες είναι απρόσιτες στην αισθητηριακή εμπειρία και συχνά δύσκολες στην κατανόηση και χρήση, καθώς απαιτούν υψηλή γνωστική και χωρική ικανότητα, καθώς και δεξιότητες αφαίρεσης. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η Ε.Π. έχει γίνει ένα αξιόλογο εργαλείο για τη διδασκαλία της χημείας, παρέχοντας στους χρήστες ένα περιβάλλον συνύπαρξης μεταξύ πραγματικότητας και εικονικότητας και προάγοντας πτυχές που σχετίζονται με τη γνώση, την αφαίρεση και τη συναισθηματικότητα [78].

3.2 Κανόνες Σχεδίασης Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η αλληλεπίδραση του χρήστη με τα παιχνίδια Ε.Π. για smartphone εστιάζει κυρίως στη χρήση της οθόνης αφής. Με διαφορετικές χειρονομίες στην οθόνη αφής μπορεί να αλληλεπιδράσει με τα εικονικά αντικείμενα στην άλλη πλευρά της οθόνης, τη σκηνή μέσα από την κάμερα. Όπως υποστηρίζουν οι Hürst και Vriens [79] αυτή η αλληλεπίδραση μπορεί να αισθάνεται ακατάλληλη για διάφορους λόγους, για παράδειγμα επειδή η οθόνη αφής είναι συχνά μικρή, γεγονός που κάνει το δάχτυλό να καλύπτει ένα αρκετά μεγάλο μέρος της οθόνης και οι αλληλεπιδράσεις μπορούν να είναι μόνο σε 2D. Επειδή αυτός ο τρόπος αλληλεπίδρασης με τα παιχνίδια Ε.Π.-smartphone φαίνεται ανεπαρκής, ορισμένοι ερευνητές άρχισαν να πειραματίζονται με διαφορετικούς τρόπους παρακολούθησης των χειρονομιών των δακτύλων μπροστά από την κάμερα αντί να αγγίζουν την οθόνη του smartphone, που ονομάζεται επίσης απτή διεπαφή χρήστη [80]. Μια απτή διεπαφή χρήστη είναι μια διεπαφή που επιτρέπει στον χρήστη να αλληλοεπιδρά και να αλλάζει ψηφιακές πληροφορίες μέσω του φυσικού κόσμου.

Οι βασικοί τύπου αλληλεπίδρασης σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας παρουσιάζονται στην εικόνα 3.3 και κατηγοριοποιούνται ως [81]:

- Δείκτης για μεταφορά και απόθεση: Αυτός ο τύπος αλληλεπίδρασης χρησιμοποιεί έναν δείκτη ως μέσο μεταφοράς και απόθεσης εικονικών αντικειμένων από το ένα σημείο στο άλλο. Αυτό συμβαίνει με την προσέγγιση του δείκτη (στον εικονικό κόσμο) στο εικονικό αντικείμενο όπου «προσκολλάται». Αργότερα μπορεί να τοποθετηθεί σε συγκεκριμένες θέσεις «τοποθέτησης».
- Δείκτης για τον χειρισμό του μετασχηματισμού αντικειμένου: Σε αυτόν τον τύπο αλληλεπίδρασης το σύστημα παρακολουθεί τον δείκτη και καταχωρεί ένα εικονικό αντικείμενο με τον μετασχηματισμό του δείκτη σε σχέση με την κάμερα.
- Δείκτης για την τοποθέτηση αντικειμένων: Σε αυτόν τον τύπο αλληλεπίδρασης το επαυξημένο αντικείμενο εμφανίζεται πάντα πάνω από το δείκτη (σε αντίθεση με τον τύπο Drag & Dropping στον οποίο ο χρήστης πρέπει να πλησιάσει τον δείκτη). Ο χρήστης πρέπει να φέρει κοντά τον δείκτη σε ένα πραγματικό σημείο προσγείωσης.



Εικόνα 3.3 Είδη αλληλεπίδρασης σε Ε.Π. παιχνίδια [81]

Η ιδέα της χρήσης απτής διεπαφής χρήστη στην Ε.Π. δεν είναι και τόσο καινοτόμος, καθώς οι ερευνητές άρχισαν να πειραματίζονται με αυτό ήδη το 2000, όταν δημιουργησαν ένα σύστημα πολεοδομικού σχεδιασμού στην Ε.Π.. Στην έρευνά τους, οι Hürst και Vriens [82] εξετάζουν τις δυνατότητες παρακολούθησης των χειρονομιών των χεριών και των δακτύλων του χρήστη και κυρίως διερευνούν πόσο ωφέλιμη θα μπορούσε να είναι η διαφορετική απτική ανάδραση σε ένα σενάριο Ε.Π. φορητών smartphone. Ανέλυσαν και συνέκριναν οπτική ανατροφοδότηση μέσω της οθόνης του τηλεφώνου, ηχητική ανάδραση από τα ηχεία και απτικά μέσω δονήσεων. Το αποτέλεσμα δείχνει ότι η πολυτροπική ανατροφοδότηση έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει την ταχύτητα αλληλεπίδρασης και προτιμάται από τους χρήστες. Διαπίστωσαν ότι η οπτική ανατροφοδότηση θα μπορούσε να ωφεληθεί από την προσθήκη απτικής ανάδρασης, ειδικά στην αρχή και στο τέλος μιας δράσης. Αυτό το αποτέλεσμα είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον, καθώς ήταν μια απτική ανάδραση, που προερχόταν από το χέρι που κρατούσε το τηλέφωνο αντί από αυτό που εκτελούσε τη δράση.

3.3 Αξιοποίηση Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση

3.3.1 Πλεονεκτήματα και Εμπόδια

Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει προσφέρει καινοτόμες αλλαγές στον τομέα της χημείας και στον κόσμο γενικά. Μέσω αυτής της τεχνολογίας, ανοίγονται δρόμοι για αξιοσημείωτες εκπαιδευτικές εμπειρίες, διότι μπορούν να αλληλοεπιδρούν με μοριακές δομές και χημικά φαινόμενα σε πραγματικό χρόνο. Παρακάτω ανατίθενται οι βασικοί τρόποι με τους οποίους η Ε.Π. βοηθά στην εκπαίδευση της χημείας.

- **Οπτική Αναπαράσταση:** Επιτρέπει στους μαθητές να μπορούν να δούνε μοριακά στοιχεία, χημικές ενώσεις και μοριακές δομές με 3D αναπαραστάσεις, προσφέροντας με αυτόν τον τρόπο μια πιο πραγματική αίσθηση της διδασκόμενης χημείας.
- **Πειραματισμός και αλληλεπίδραση:** Οι μαθητές μπορούν να πραγματοποιήσουν διάφορα εικονικά πειράματα και να εξάγουν τα αποτελέσματα χωρίς να χρειάζεται κάποια αίθουσα εργαστηρίου και τα ανάλογα εργαλεία, αλλά και να αποφευχθούν οι κίνδυνοι που μπορεί να προκύπτανε σε ένα κανονικό εργαστήριο.
- **Ενίσχυση της κατανόησης:** Μπορεί να επεξηγηθούν περίπλοκα σενάρια και έννοιες της χημείας μέσω διαδραστικών πειραμάτων, ενισχύοντας κατά αυτόν τον τρόπο το ενδιαφέρον των μαθητών αλλά και την κατανόηση τους.
- **Προσαρμοσμένη Μάθηση:** Μπορεί να υπάρξουν προσαρμοσμένα μαθήματα και ασκήσεις, λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο και τις ανάγκες του κάθε μαθητή, προσφέροντας με αυτόν τον τρόπο μια πιο εξατομικευμένη προσέγγιση στη μάθηση της χημείας.

Η συνεχής τεχνολογική ανάπτυξη οδηγεί σε μια πιο ουσιαστική διαδικασία μάθησης με τη χρήση βελτιωμένης τεχνολογίας, ενθαρρύνοντας την εξέλιξη των μαθησιακών δραστηριοτήτων προς πιο μαθητοκεντρικές προσεγγίσεις και εμπλουτίζοντας το εκπαιδευτικό περιεχόμενο με πολυμέσα για να το καταστήσει πιο διαδραστικό [82]. Παρόλα αυτά, είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη παράγοντες πολιτισμικής, θητικής και κοινωνικής φύσης κατά την ανάπτυξη και την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και προσεγγίσεων στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, με σκοπό την επίτευξη βελτιωμένων εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων και την προώθηση της διάδοσης της τεχνολογίας [83].

Στα εμπόδια που θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά την ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών με επαυξημένη πραγματικότητα συμπεριλαμβάνονται:

- **Έλλειψη της απαραίτητης εκπαίδευσης.** Κάποιοι εκπαιδευτικοί μπορεί να δυσκολευτούν να εφαρμόσουν αυτές τις νέες τεχνολογίες, καθώς η εκπαίδευσή τους δεν παρέχει τις απαραίτητες

δεξιότητες. Μόνο οι πιο ανοιχτόμυαλοι δάσκαλοι και τα καινοτόμα εκπαιδευτικά ιδρύματα είναι έτοιμοι να εφαρμόσουν εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση.

- Εξάρτηση από το υλικό. Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην τάξη απαιτεί μια συγκεκριμένη τεχνολογική υποδομή. Για παράδειγμα, δεν έχουν όλοι οι μαθητές smartphone ικανά να υποστηρίζουν εφαρμογές Ε.Π..
- Ζητήματα φορητότητας περιεχομένου. Η εφαρμογή Ε.Π. που δημιουργείτε πρέπει να λειτουργεί εξίσου καλά σε όλες τις πλατφόρμες και σε όλες τις συσκευές. Ωστόσο, είναι πρακτικά αδύνατο να παρέχεται η ίδια ποιότητα περιεχομένου Ε.Π. σε οποιαδήποτε συσκευή.

Η επαυξημένη πραγματικότητα και οι αρχές σχεδίασης εκπαιδευτικών παιχνιδιών βασίζονται στην έννοια της δέσμευσης, η οποία προωθεί τη χρήση προηγμένης τεχνολογίας στην εκπαίδευση και τη μάθηση [84]. Επιπλέον, συνάδουν με την εκπαιδευτική θεωρία, η οποία υποστηρίζει ότι η εκπαίδευση σε περιβάλλοντα που αντικατοπτρίζουν τον πραγματικό κόσμο μπορεί να οδηγήσει σε αποτελεσματική μάθηση. Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας και των εκπαιδευτικών παιχνιδιών μπορεί να ενισχύσει τις δεξιότητες των μαθητών του 21ου αιώνα, που είναι απαραίτητες στη σύγχρονη κοινωνία, όπως η λήψη αποφάσεων, η κοινωνική αλληλεπίδραση, η επίλυση συγκρούσεων και η συναισθηματική επίγνωση. Αυτές οι τεχνολογίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην εμπλουτισμό της εκπαιδευτικής διαδικασίας και στην ανασχεδίαση της παραδοσιακής εκπαίδευσης, με στόχο τη βελτίωση των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων.

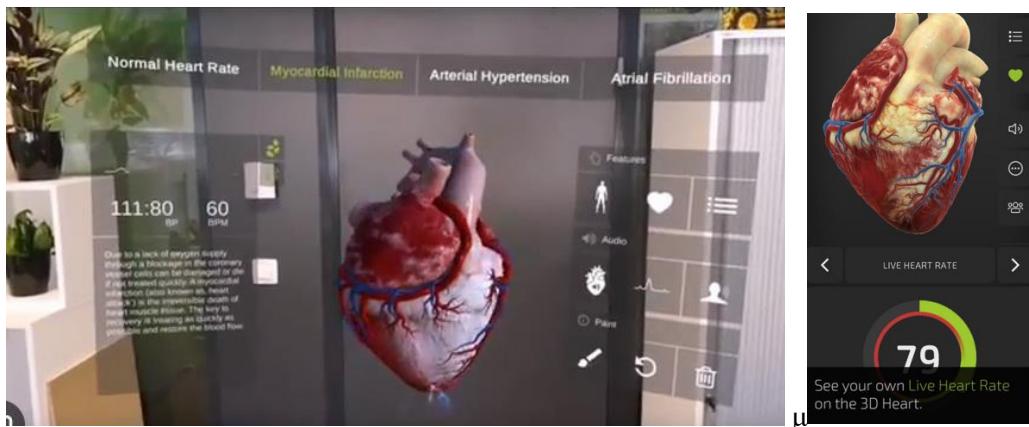
Η παιχνιδοποίηση και η επαυξημένη πραγματικότητα θεωρούνται απαραίτητες για τη δημιουργία εκπαιδευτικών εργαλείων και προσεγγίσεων που εφαρμόζονται σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης. Επιπλέον, συμβάλλουν στην προώθηση της συνεχούς μάθησης και της διαχυτικής μάθησης. Συγκεκριμένα, η επαυξημένη πραγματικότητα θεωρείται καινοτομία στον τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και μπορεί να δημιουργήσει εκπαιδευτικές εμπειρίες που είναι προσιτές σε όλους [85]. Από την άλλη πλευρά, η παιχνιδοποίηση βασίζεται σε εκπαιδευτικές αρχές και συνεισφέρει στην ανάπτυξη της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και στην μετασχηματιστική διαμόρφωση της εκπαίδευσης [86]. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας Ε.Π. στην εκπαίδευση μπορεί να είναι επωφελής για τη βελτίωση της εμπειρίας των μαθητών και την αύξηση των κινήτρων και της γνώσης τους. Επιπλέον, η χρήση νέων μορφών μάθησης εμπλουτίζει τη διαδακτική και μαθησιακή διαδικασία, καθώς μπορούν να απεικονιστούν και να κατανοηθούν καλύτερα αφηρημένες έννοιες και φαινόμενα από τους μαθητές. Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει τον δυναμικό να αντικαταστήσει τα συμβατικά σχολικά εγχειρίδια, φυσικά μοντέλα, αφίσες και άλλα εκπαιδευτικά υλικά, προσφέροντας παράλληλα φορητή και πιο οικονομική εκπαιδευτική προσέγγιση. Συνεπώς, η εκπαίδευση γίνεται πιο προσβάσιμη και ευέλικτη.

Σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα, η επαυξημένη πραγματικότητα δεν απαιτεί ακριβό υλικό [87]. Οι τεχνολογίες Ε.Π. είναι άμεσα διαθέσιμες για χρήση για την πλειοψηφία του κοινού-στόχου. Ανώτερη ενασχόληση και ενδιαφέρον. Η διαδραστική, παιχνιδοποιημένη εκμάθηση Ε.Π. μπορεί να έχει σημαντικό θετικό αντίκτυπο στους μαθητές. Τους κρατά αφοσιωμένους σε όλη τη διάρκεια του μαθήματος και κάνει τη μάθηση διασκεδαστική και αβίαστη. Οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας προσφέρουν τεράστιες ευκαιρίες για διαφοροποίηση και ανακίνηση των βαρετών μαθημάτων. Τα διαδραστικά μαθήματα, όπου όλοι οι μαθητές συμμετέχουν ταυτόχρονα στη μαθησιακή διαδικασία, συμβάλλουν στη βελτίωση των δεξιοτήτων ομαδικής εργασίας. Η μάθηση γίνεται ταχύτερη και πιο αποτελεσματική αφού βοηθά τους μαθητές να επιτύχουν καλύτερα αποτελέσματα μέσω της οπτικοποίησης και του πλήρως προσανατολισμού στο αντικείμενο [88].

3.3.2 Εκπαιδευτικές Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας

Συνολικά, έχουν αναπτυχθεί αρκετές εκπαιδευτικές εφαρμογές και παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας, με λίγα όμως αυτά να βρίσκονται σε εμπορικό στάδιο. Οι Theodoropoulos και Lepouras ανέδειξαν τις χρήσεις που μπορεί να έχει η Ε.Π. στην περίπτωση διδασκαλίας προγραμματισμού[88]. Σε άλλη έρευνα, προτάθηκε μια εφαρμογή Ε.Π. για κινητά για τη διδασκαλία της αγγλικής ως ξένης γλώσσας [89]. Η εφαρμογή είχε στόχο να παρουσιάσει λέξεις και να ελέγχει αποτελεσματικά την πρόοδο μαθητών δημοτικού . Οι Hergich et al. [90] ανέπτυξαν παιχνίδι Ε.Π. για τη διδασκαλία της Γεωγραφίας μέσω κινητών συσκευών στην έκτη τάξη του δημοτικού σχολείου. Το παιχνίδι Ε.Π. επικεντρώθηκε στην έννοια του προσανατολισμού, όπου οι μαθητές μπορούσαν να εξερευνήσουν τη ζούγκλα του Αμαζονίου μέσω αποστολών χρηστών, μυστικών μονοπατιών τοποθεσίας και παζλ. Εφαρμόστηκαν επίσης τεχνικές gamification, όπως κατάταξη, επιβράβευση κ.λπ. Το δείγμα αυτής της δραστηριότητας περιλάμβανε 75 μαθητές, οι οποίοι βρήκαν το παιχνίδι Ε.Π. ελκυστικό, διασκεδαστικό και ικανοποιητικό. Ως εκ τούτου, οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η σωστή ενσωμάτωση της τεχνολογίας Ε.Π. στη διαδικασία διδασκαλίας θεμάτων που σχετίζονται με τη γεωγραφία μπορεί να είναι μια εποικοδομητική και αποτελεσματική μέθοδος.

Οι Chow et al. ανέπτυξαν εφαρμογή Ε.Π., με χρήση κάσκας, για τη διδασκαλία μουσικής [91]. Μετά τη χρήση της εφαρμογής από μαθητές δημοτικού, η εφαρμογή κατάφερε να τονώσει την ανάπτυξη του γραμματισμού σχετικά με την αναγνώριση και ανάγνωση των μουσικών νοτών, και να δημιουργήσει κίνητρα παρουσιάζοντας ως παιχνίδι την εργασία. Οι Turan et al. [92] ανέπτυξαν ένα σύνολο 15 εφαρμογών Ε.Π. για τη διδασκαλία της Γεωγραφίας σε πρωτοετείς φοιτητές πανεπιστημίου. Στη μελέτη συμμετείχαν 95 μαθητές χωρισμένοι σε δύο ομάδες: ελέγχου και πείραμα. Η έρευνα αποκάλυψε ότι η Ε.Π. μειώνει τα επίπεδα γνωστικού φόρτου των μαθητών ενώ αυξάνει τα επιτεύγματα και τα κίνητρά τους, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η τεχνολογία Ε.Π. είναι επωφελής και για την τριτοβάθμια εκπαίδευση. Οι Xiao et al. [84] πρότειναν μια εφαρμογή Ε.Π. με την ονομασία «Εξερεύνηση του Αστρικού Ουρανού - Οκτώ Πλανήτες στο Ήλιακό Σύστημα» η οποία απευθυνόταν σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κίνα. Η εφαρμογή Ε.Π. μύησε τους μαθητές στους οκτώ πλανήτες του ήλιακου συστήματος. Στη μελέτη συμμετείχαν 36 μαθητές και η χρήση της εφαρμογής Ε.Π. με βιωματική μάθηση έδειξε ότι οι μαθητές αύξησαν τη μαθησιακή αποτελεσματικότητα, την ικανοποίηση, τα κίνητρα και ενίσχυσαν το ενδιαφέρον για τη μέθοδο μάθησης.



Εικόνα 3.4 Εφαρμογή INSIGHT heart

Ένα ακόμη παράδειγμα καινοτόμου χρήσης επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση είναι η εφαρμογή INSIGHT heart που προορίζεται για μαθητές, γιατρούς, ασθενείς κ.ά. με στόχο να εξερευνήσουν το ανθρώπινο σώμα ανά πάσα στιγμή και να απολαύσουν πληροφορίες που επεξηγούνται οπτικά (Εικόνα 3.4). Αυτή η εφαρμογή εστιάζει στους τομείς του φαρμακευτικού, ιατρικού και βιοτεχνολογικού τομέα. Ο κύριος στόχος είναι να γίνει η ιατρική εκπαίδευση συναρπαστική οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Το INSIGHT Heart πλέον καθιστά μια απαραίτητη καινοτομία και προσφέρει το πρώτο βήμα για να βοηθήσει κάποιος να κατανοήσει τον καρδιακό κύκλο και τη γενική καρδιακή ανατομία τόσο σημαντική για την εσωτερική ιατρική, τους ειδικούς καρδιολογίας, ακόμη και την ιατρική εκπαίδευση γενικότερα [93]



Εικόνα 3.5 Εφαρμογή MathNinja Ε.Π.

Το Math Ninja AR είναι ένα απλό παιχνίδι πρακτικής προσθήκης για παιδιά ηλικίας 6 έως 8 ετών. Η λειτουργία επαυξημένης πραγματικότητας του παιχνιδιού απαιτεί από τα παιδιά να μετακινούν τη συσκευή τους για να δουν τις ερωτήσεις σχετικά με τις πρόσθετες πληροφορίες σε διάφορες περιοχές της πόλης Ninja. Οι χωρικοί που σταθμεύουν γύρω από την πόλη κρατούν αριθμούς που αγγίζουν τα παιδιά για να απαντήσουν στις ερωτήσεις. Τα παιδιά μπορούν να παίξουν τα εύκολα, τα μεσαία ή τα δύσκολα επίπεδα και μπορούν να συλλέξουν έως και 40 κάρτες καθώς προχωρούν στα στοιχεία πρόσθεσης.

Μια άλλη εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για τους μαθητές του δημοτικού είναι το AugThat!. Ο σκοπός του είναι να βοηθήσει τα παιδιά να μάθουν για τον πραγματικό κόσμο. Μπορούν να δημιουργήσουν ένα κοσμικό σύμπαν οπουδήποτε και αν βρίσκονται, χρησιμοποιώντας ένα έξυπνο τηλέφωνο ή γυαλιά. Επιπλέον, μπορούν να εξερευνήσουν πλανήτες και να παρακολουθήσουν βίντεο υλικό, κάνοντας πιο εύκολη την κατανόηση των πληροφοριών μέσω της αλληλεπίδρασης με ένα σύμπαν που φαίνεται πραγματικό (Εικόνα 3.6). Ο στόχος του AugThat! είναι να δημιουργήσει μια εκπαιδευτική περιπέτεια που θα διευρύνει τη σκέψη των παιδιών. Με αυτόν τον τρόπο, το AugThat! προσφέρει τρισδιάστατα μοντέλα, εικονικά περιβάλλοντα 360 μοιρών και δραστηριότητες με κινούμενα μαθήματα, χρησιμοποιώντας διάφορα είδη έξυπνων συσκευών.



Εικόνα 3.6 Εφαρμογή AugThat!

Το ARBio ανταποκρίνεται στην περιέργεια των παιδιών στο δημοτικό σχολείο για να εμπλουτίσει την πραγματικότητα των εικόνων των ζώων με τρισδιάστατη αναπαράσταση. Η καινοτομία αυτής της εφαρμογής συνίσταται στο γεγονός ότι χρησιμοποιεί δείκτες με ζώα για να ενεργοποιήσει μια προεπισκόπηση αυτών. Παρέχει επίσης τους ήχους που κάνει κάθε ζώο. Αυτοί οι δείκτες αποτελούνται από τετράγωνα πρότυπα. Κάθε δείκτης, προεκπαιδευμένος στην εφαρμογή, αντιστοιχεί σε ένα εικονικό μοντέλο, έτσι ώστε κάθε φορά που εμφανίζεται ένας δείκτης στην προβολή της κάμερας, η πραγματικότητα να επανζάνεται με την προσθήκη του κατάλληλου ζώου. Οι δείκτες αποτελούνται από ένα μαύρο περίγραμμα και το εσωτερικό του δείκτη είναι μια υποδηλωτική εικόνα του ζώου με το οποίο συσχετίζεται ο δείκτης (Εικόνα 3.7 αριστερά). Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί επίσης να περιηγηθεί στη λίστα των ζώων και να βρει πληροφορίες για το καθένα (από τη Wikipedia).



Εικόνα 3.7 Εφαρμογή ARBio

Το Botzees χρησιμοποιεί τον περίπλοκο κόσμο της κωδικοποίησης και χρησιμοποιεί τη διαισθητική φύση της Ε.Π. για να διδάξει παιδιά ηλικίας 4 ετών και άνω. Τα παιδιά μπορούν να προγραμματίσουν και να κωδικοποιήσουν 6 διαφορετικά Botzee και, στη συνέχεια, να χρησιμοποιήσουν τα διαδραστικά παζλ Ε.Π. που χρησιμοποιούν οπτικές ενδείξεις για να διδάξουν ακόμη περισσότερες έννοιες

κωδικοποίησης. Συνδυάζοντας την Ε.Π. με τα φυσικά παιχνίδια και τα μπλοκ που συνοδεύουν το παιχνίδι, τα παιδιά μπορούν να δουν τα άμεσα, φυσικά αποτελέσματα της κωδικοποίησής τους σε πραγματικό χρόνο και να κατανοήσουν τη συσχέτιση μεταξύ του ψηφιακού και του φυσικού κόσμου.



Εικόνα 3.8 Εφαρμογή Botzees

3.3.3 Εφαρμογές Επαυξημένης πραγματικότητας για τη Χημεία

Πολλοί τομείς της εκπαίδευσης έχουν επωφεληθεί από εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, με τους πιο δημοφιλείς να περιλαμβάνουν τη γεωγραφία, την ανατομία, τη φυσική, τα μαθηματικά και άλλα. Οι χρήστες αναφέρουν ότι βλέπουν βελτίωση στην κινητοποίηση και το ενδιαφέρον τους για τα μαθήματα και πιστεύουν ότι η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να αποτελέσει ένα δωρεάν εκπαιδευτικό εργαλείο που βοηθά τους μαθητές τόσο στο σύντομο όσο και στο μακροπρόθεσμο, λειτουργώντας ως πλατφόρμα αναθεώρησης [94].

Η έρευνα των Williams και Pence [95] παρουσίασε ορισμένα πλεονεκτήματα που μπορεί να έχουν οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στη διδασκαλία των εννοιών της χημείας για τους μαθητές και ανέφεραν επίσης αρχικές πρωτοβουλίες, κυρίως σε πανεπιστήμια. Ωστόσο, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι υπάρχουν διαφορές στις τάσεις που αντιμετωπίζουν οι έφηβοι, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου τόσο οι δάσκαλοι όσο και οι μαθητές εξακολουθούν να εξερευνούν τα οφέλη της χρήσης κινητών συσκευών στις τάξεις [96].

Σύμφωνα με τη μελέτη των Dori & Sassen. [97], οι μαθητές περιορίζονται στη φαντασία τους και μερικές φορές τους είναι δύσκολο να κατανοήσουν θεωρητικές έννοιες της χημείας, όπως ο τρόπος διεξαγωγής των αντιδράσεων. Η έρευνά τους πρότεινε τη χρήση επιπλέον λογισμικού επαυξημένης πραγματικότητας για χημικές αντιδράσεις με ουσίες. Αυτό το λογισμικό χρησιμοποίησε διάφορους δείκτες για την παρακολούθηση και την προσομοίωση ατόμων και μορίων. Οι Akçayır et al. [98] ανέπτυξαν μια παρόμοια εφαρμογή της Ε.Π. αλλά με στόχο τη διδασκαλία εργαστηριακών δεξιοτήτων για μαθητές. Ένα πείραμα πέντε εβδομάδων, με 76 πρωτοετείς φοιτητές, έδειξε σημαντική ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταξύ αυτών στην ομάδα που χρησιμοποίησε Ε.Π.. Η έρευνα συγκέντρωσε επίσης τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες αντιλαμβάνονταν την τεχνολογία Ε.Π. με πολλούς να επαινούν τον μικρότερο χρόνο για την ολοκλήρωση των εργασιών, ευκολία ως υποστήριξη για μάθηση. Το λογισμικό που αναπτύχθηκε ήταν μια εφαρμογή για κινητά. Αντίστοιχη έρευνα από τους Chen & Liu [99], που εφάρμοσαν διδασκαλία σχετικά με τα χημικά στοιχεία μία σε ομάδα με χρήση Ε.Π. και σε μία χωρίς,

Κεφάλαιο 3

κατέληξε πως η ομάδα πρακτικής μάθησης με Ε.Π. είχε σημαντικά καλύτερες επιδόσεις στη δοκιμή έννοιας χημικών αντιδράσεων και στο ερωτηματολόγιο. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν επίσης ότι η εννοιολογική κατανόηση των χημικών στοιχείων από τους μαθητές παρέμεινε αποτελεσματική τέσσερις μήνες μετά την ολοκλήρωση των μαθησιακών δραστηριοτήτων.

Χωρίς αμφιβολία λοιπόν, στη χημεία, η επαυξημένη πραγματικότητα έχει επιτρέψει την εξερεύνηση και την ανάλυση των χημικών δομών, και χημικών φαινομένων με έναν επαναστατικό τρόπο. Οι επιστήμονες μπορούν να χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα για να μελετήσουν πιο αποτελεσματικά τα μόρια, τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους, καθώς και τις χημικές διαδικασίες. Επιπλέον η χρήση της Ε.Π. στον κόσμο της χημείας έχει πολλές θετικές εφαρμογές όσον αφορά την φαρμακολογία, τη χημεία των υλικών αλλά και πολλούς άλλους τομείς της βιομηχανίας και της έρευνας. Οι κύριες παρατηρήσεις από τις μέχρι τώρα έρευνες αποκαλύπτουν τα ακόλουθα:

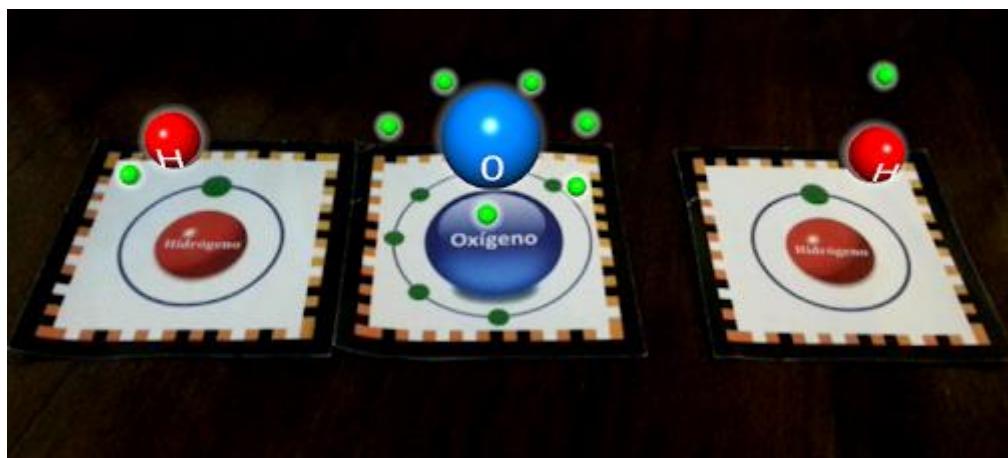
- Η διεπαφή χρήστη που βασίζεται στην χρήση Ε.Π. εκτιμήθηκε θετικά και στους δύο τύπους συμμετεχόντων.
- Οι επεξηγήσεις και τα παραδείγματα ήταν διευκρινιστικά στην επίλυση των εργασιών, ακόμα κι αν στην αρχή η συμπεριφορά τους ήταν περιοριστική.
- Όταν οι έξυπνες συσκευές χρησιμοποιούνται γρήγορα, ενδέχεται να προκύψουν δευτερεύοντα προβλήματα απόδοσης και σταθερότητας.
- Είναι πολύ σημαντικό το φως στο δωμάτιο όπου χρησιμοποιούνται οι ηλεκτρονικές συσκευές, ειδικά όταν δεν διατηρούνται σε γωνία που επιτρέπει την αναγνώριση των καρτών.
- Είναι αξιοσημείωτη η αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων, ειδικά για τους μαθητές και τα οπτικά εφέ, η δυναμική των μορίων είναι προκλητική και από τις δύο ομάδες.
- Αυξάνει την ελκυστικότητα για τους μαθητές και βοηθά τους καθηγητές στην παρουσίαση νέων μαθημάτων.
- Το άγχος των μαθητών μειώνεται εμφανώς και γίνονται πιο συνεργάσιμοι με τον καθηγητή.

Ο ARLAB[©], το οποίο ενσωματώνει Ε.Π. και εικονικό εργαστήριο



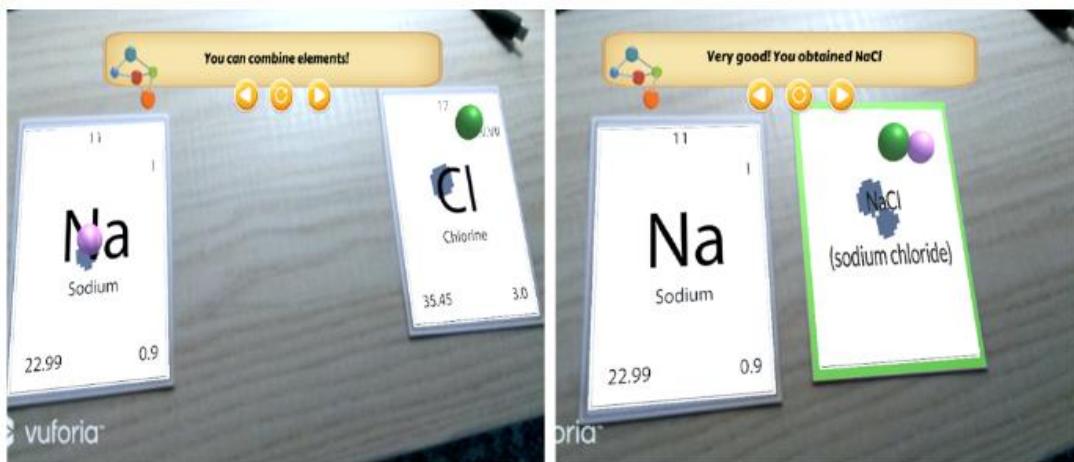
Εικόνα 3.9 Κύριο μενού του ARLab. Στο κέντρο: λειτουργία δοκιμής γνώσεων. Στα δεξιά: περιγραφή βιβλιοθήκης γυαλικών και λειτουργία επιθεώρησης.

Η εφαρμογή QuimicAR, της Εικόνας 3.10 παρουσιάζει μια δομική άποψη των ουσιών, για εκπαιδευτικό σκοπό. Είναι διαθέσιμο μόνο για συσκευές Android, κατασκευασμένες στο Unity και χρησιμοποιώντας Vuforia SDK. Προσφέρει ένα φυλλάδιο με επτά βασικούς οδηγούς πρακτικών μαθημάτων χημείας. Αυτά τα σενάρια παρέχουν μια περιήγηση στο μάθημα πρακτικής, μαζί με έναν δείκτη, ο οποίος χρησιμοποιείται για την απεικόνιση μοριακών δομών και γναλικών από την εφαρμογή. Προσφέρει επίσης λειτουργία για άτομα με αχρωματοψία. Μερικά μειονεκτήματα είναι η μη λειτουργία δοκιμής και η περιορισμένη βιβλιοθήκη γναλικών.



Εικόνα 3.10 QuimicAR.

To ARChemistry Learning από ερευνητές στο Alexandru Ioan Cuza University αναπτύχθηκε με χρήση Adobe Illustrator, Vuforia και Unity. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας οι μαθητές εντυπωσιάστηκαν, παρόλο που δεν είχαν εντυπωσιακά αποτελέσματα στην αρχή. Έγιναν πολύ δημιουργικοί και συνεργατικοί λύνοντας μαζί εργασίες.



Εικόνα 3.11 Εφαρμογή ARChemistry Learning

Το Elements 4D επιτρέπει στο χρήστη να βλέπει ουσίες και πληροφορίες σχετικά με αυτές, χρησιμοποιώντας κύβους και τεχνολογία Ε.Π.. Επιτρέπει το συνδυασμό πολλών στοιχείων και η

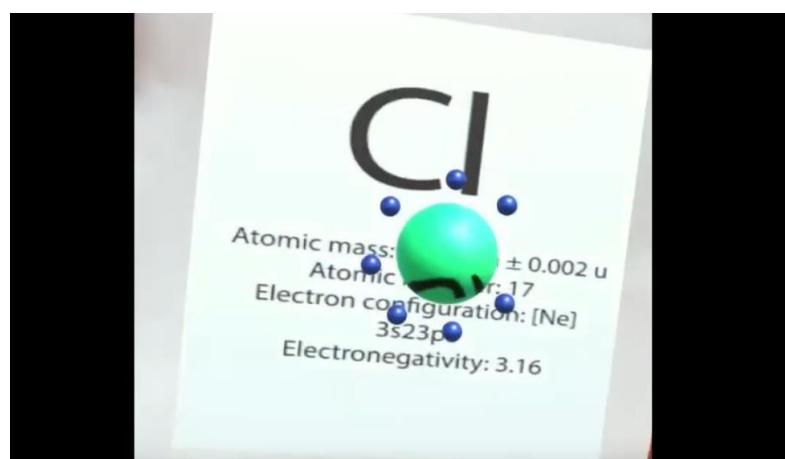
Κεφάλαιο 3

προβολή του αποτελέσματος του συνδυασμού. Οι ουσίες είναι στη φυσική τους κατάσταση, υγρές, στερεές ή αέριες (Εικόνα 3.12). Παρέχει έναν καινοτόμο τρόπο εκμάθησης της πραγματικής χημείας. Επιπλέον, για να ανταποκριθούν σε διαφορετικές ανάγκες του προγράμματος σπουδών περιλαμβάνεται μια συλλογή σχεδίων μαθημάτων (από το δημοτικό έως το γυμνάσιο). Το προϊόν περιέχει μια εκπαιδευτική εφαρμογή και ένα σετ 6 μπλοκ χαρτιού που αποτελούνται από 36 φυσικά στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα. Ένα από τα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά του είναι ότι κάθε όψη ενός μπλοκ χαρτιού απεικονίζει ένα συγκεκριμένο χημικό σύμβολο, που αντιτροσωπεύει ένα στοιχείο του περιοδικού πίνακα.



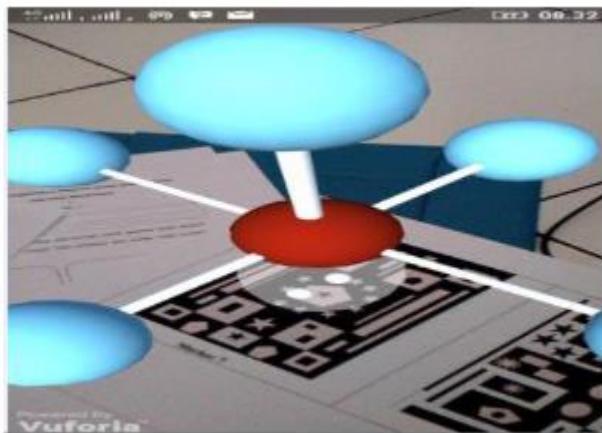
Εικόνα 3.12 Elements 4D

Το E.P. Chemistry αναπτύχθηκε από το Techax Labs και είναι μια διαδραστική εφαρμογή με σκοπό να βοηθήσει τους μαθητές να απομνημονεύσουν διάφορες αντιδράσεις χημείας με διασκέδαση Εικόνα 3.13). Σε αυτήν την εφαρμογή, μπορούν να οπτικοποιήσουν τις αντιδράσεις μπροστά τους, μπορούν να δουν πώς τα άτομα και άλλα μόρια συμμετέχουν στην αντίδραση και σχηματίζουν ένα προϊόν. Μπορούν εύκολα να δουν την αλλαγή της ηλεκτρονικής διαμόρφωσης των ατόμων και πώς περιστρέφονται γύρω από τα άτομα. Μπορούν να δουν την αλλαγή χρώματος των ατόμων που συμβαίνει από την αντίδραση στα προϊόντα.



Εικόνα 3.13 E.P. Chemistry (Techax Labs)

Στα πλαίσια ακαδημαϊκής έρευνας [100] αναπτύχθηκε η εφαρμογή με κωδική ονομασία « E.P.-based learning Media» στο UIN Sunan Gunung Djati Bandung της Ινδονησίας. Δημιουργήθηκε ένα μοντέλο μορίου και τον δείκτη, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.14 του χρησιμοποιώντας τα Google Sketch Up, Corel Draw X5 και Unity 3D και λογαριασμό στον ιστότοπο Vuforia Developer για να καταχωρηθούν τα αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα της έρευνας για μέσα εκμάθησης που βασίζονται σε Ε.Π. λειτουργούν σε smartphone ή Android που βασίζεται σε υπολογιστή έδειξαν ότι η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί αποδοτικό εκπαιδευτικό μέσο.



Εικόνα 3.14 E.P.-based learning Media

Η Ε.Π. παρέχει την ευκαιρία να δημιουργηθούν περιβάλλοντα παιχνιδιού που προσφέρουν ενσωματωμένες αλληλεπιδράσεις και καθηλωτικές απεικονίσεις που μπορούν να αυξήσουν τη μάθηση και τα κίνητρα των μαθητών. Καθώς οι εφαρμογές Ε.Π. μέχρι στιγμής έχουν αναπτυχθεί κυρίως μόνο για σκοπούς οπτικοποίησης και δεν έχουν προσθέσει διαδραστικότητα, το Marie's ChemLab [101] σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιείται εύκολα σε σχολικό περιβάλλον συνδυάζοντας οπτικοποίηση και διαδραστικότητα και χρησιμοποιώντας προσβάσιμο υλικό για υλοποίηση. Είναι μια markerless εφαρμογή Ε.Π., στην οποία οι μαθητές 5 έως 17 ετών, με θέμα την επιστήμη.



Εικόνα 3.15 Παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας Marie's ChemLab

Οι χρήστες πραγματοποιούν αλληλεπιδράσεις στο φυσικό τους περιβάλλον χρησιμοποιώντας εικονικά αντικείμενα Ε.Π. που εμφανίζονται σε μια φορητή συσκευή. Η χρησιμοποιούμενη έννοια

αλληλεπίδρασης βασίζεται στο πλαίσιο TrainAR, το οποίο αρχικά είχε σχεδιαστεί για διαδικαστική εκπαίδευση Ε.Π. και μηχανισμούς ανάδρασης σε επίπεδα. Το αρχικό πλαίσιο έχει βελτιωθεί για να υποστηρίζει παιχνιδοποιημένες αλληλεπιδράσεις με εικονικά αντικείμενα. Συνολικά, 239 μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έπαιξαν την τελική έκδοση ως μέρος της μελέτης. Η αξιολόγηση ευχρηστίας έδειξε οριακά αποδεκτή χρηστικότητα και η εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία σε περιβάλλον τάξης.

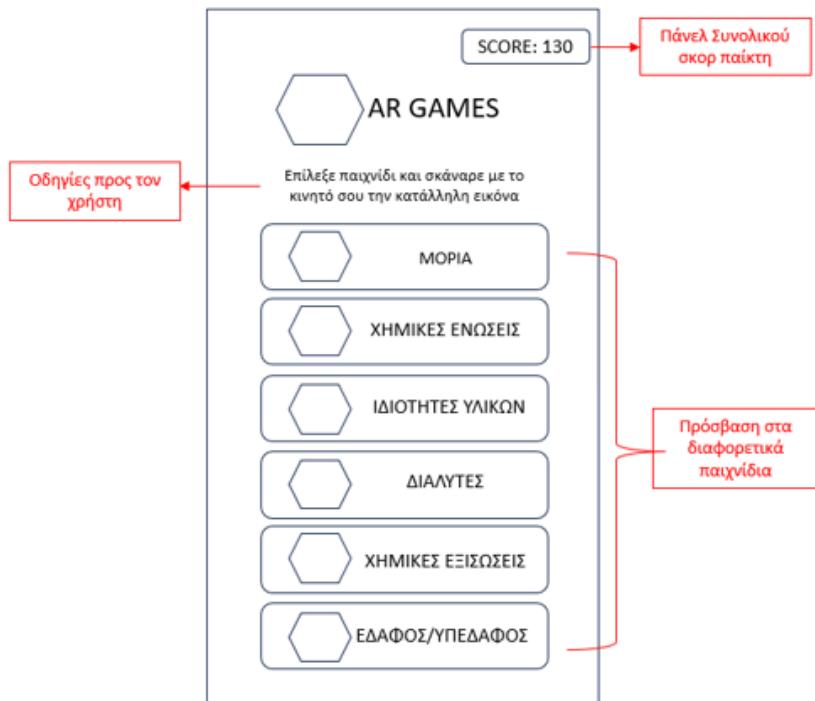
3.4 Επίλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάστηκε ο τρόπος που μπορεί η επαυξημένη πραγματικότητα να εφαρμοστεί στον τομέα της εκπαίδευσης. Διερευνήθηκαν οι απαραίτητοι ορισμοί και καθορίστηκαν οι κανόνες σχεδίασης των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Στη συνέχεια, εξετάστηκαν λεπτομερώς οι προκλήσεις και τα πλεονεκτήματα που συνδέονται με την χρήση της στην εκπαίδευση. Το κεφάλαιο αυτό επισημαίνει την εξαιρετική δυνατότητα της ΕΠ να δημιουργήσει αφηγηματικά και αισθητικά πλούσιες εκπαιδευτικές εμπειρίες, ενθαρρύνοντας την αλληλεπίδραση και τη συμμετοχή των μαθητών. Καταγράφηκαν εφαρμογές ΕΠ που έχουν αναπτυχθεί για τη διδακτική της χημείας, αποδεικνύοντας την ευρεία γκάμα εκπαιδευτικών δυνατοτήτων που προσφέρει αυτή η τεχνολογία.

Κεφάλαιο 4ο: Σχεδίαση και Ανάπτυξη Εφαρμογής

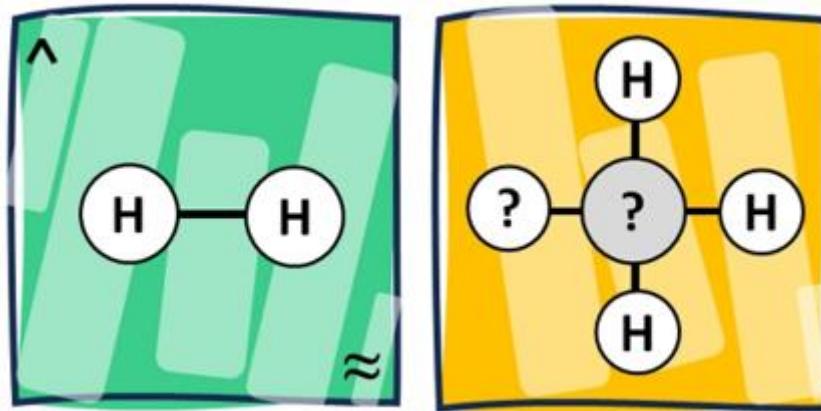
4.1 Δομή Εφαρμογής και Προσχέδια Διεπαφής Χρήστη και Αλληλεπίδρασης

Οι χρήστες έχουν ένα συνολικό σκορ στο οποίο προστίθεται το σκορ που επιτυγχάνουν με την ολοκλήρωση κάθε παιχνιδιού. Εάν ένα παιχνίδι έχει ολοκληρωθεί, μπορούν να το επαναλάβουν, ώστε να αυξήσουν το συνολικό τους σκορ. Κάθε σωστή απάντηση προσθέτει στο συνολικό σκορ 100 βαθμούς, ενώ στις λάθος απαντήσεις ο χρήστης παίρνει ανατροφοδότηση με ήχο ή/και οπτικά εφέ και αφαιρούνται 20 βαθμοί. Σε κάποιες από τις εφαρμογές, υπάρχουν εμβόλιμα μικρά διαδραστικά παιχνίδια που σχετίζονται με τα όσα έχει μάθει ο χρήστης, αλλά απαιτούν την αλληλεπίδραση σε συγκεκριμένο χρόνο και του επιτρέπουν να αυξήσει τη συνολική του βαθμολογία. Στην παρακάτω εικόνα 4.1, φαίνεται η σχεδίαση διάταξης για το αρχικό μενού της εφαρμογής.



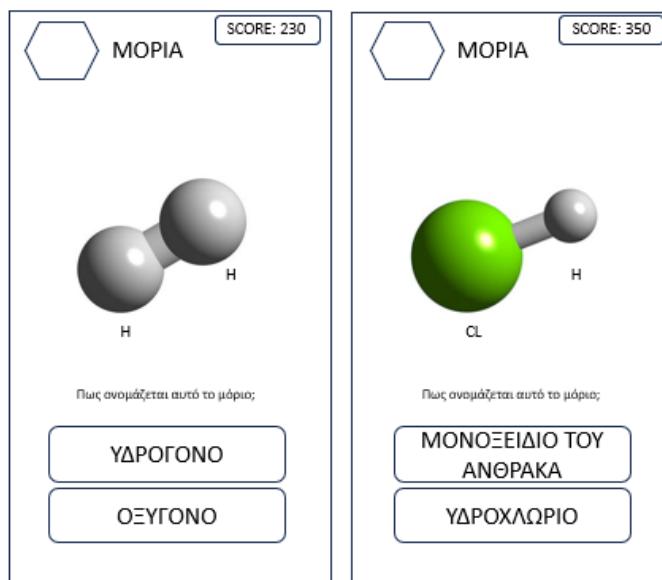
Εικόνα 4.1: Αρχικό μενού εφαρμογής

Επιλέγοντας το κουμπί «Μόρια» ο χρήστης θα ξεκινά το πρώτο σενάριο. Σκανάροντας με τη συσκευή του τις ειδικά διαμορφωμένες κάρτες (εικόνα 2, περιλαμβάνονται στο Παράρτημα B), ο χρήστης θα μπορεί να δει τα μόρια στοιχείων και χημικών ενώσεων σε τρισδιάστατα μοντέλα που θα περιστρέφονται και θα πρέπει να απαντήσει σε ερωτήσεις σχετικά με αυτά (Εικόνα 3).



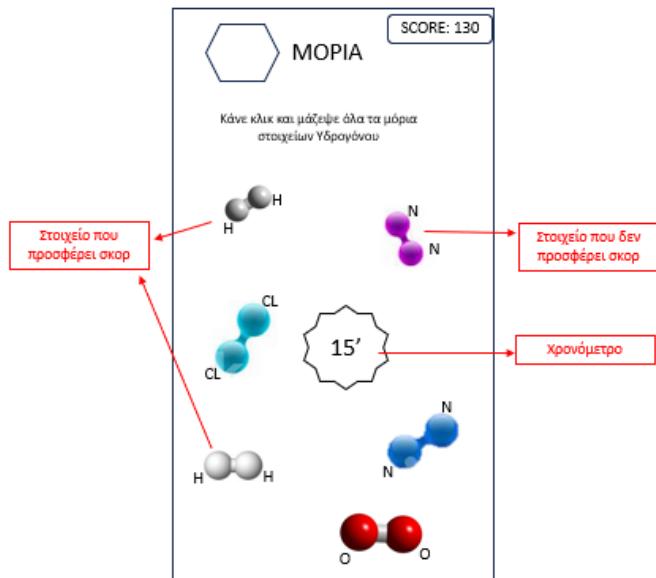
Εικόνα 4.2: Υπόδειγμα ειδικά διαμορφωμένης κάρτας προς χρήση στα σενάρια 1 και 2

Οι κάρτες δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια του προγράμματος Powerpoint και σχεδιάστηκε background με μοτίβο ώστε να είναι πιο εύκολη η αναγνώριση της κάρτας από το Vuforia [102].



Εικόνα 4.3 Προσχέδιο Σεναρίου 1 (Μόρια)

Μόλις ολοκληρώσει 5 ερωτήσεις, θα ξεκινάει το μίνι-παιχνίδι επιλογής που περιγράφτηκε παραπάνω. Σε αυτό το σημείο ο χρήστης θα έχει 15 δευτερόλεπτα για να επιλέξει όλα τα μόρια ενός συγκεκριμένου στοιχείου ή χημικής ένωσης (εικόνα 4.4)



Εικόνα 4.4: Προσχέδιο εμβόλιμου μίνι-παιχνιδιού όπου ο χρήστης πρέπει να επιλέξει μόνο τα μόρια υδρογόνου (Σενάριο 1).

Μόλις ολοκληρωθούν όλες οι ερωτήσεις από τις καρτέλες, ο χρήστης βλέπει μήνυμα επιτυχίας και το σύνολο των βαθμών του και μπορεί να επιλέξει να επιστρέψει στο αρχικό μενού, όπως φαίνεται και παρακάτω, στην εικόνα 4.5.

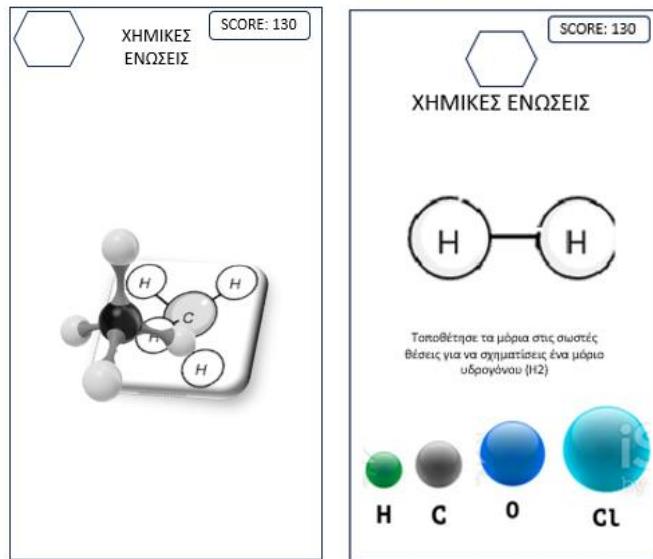


Εικόνα 4.5: Προσχέδιο οθόνης ολοκλήρωσης παιχνιδιού

Στο δεύτερο σενάριο, ο χρήστης σκανάρει μία από τις αντίστοιχες κάρτες ώστε να εμφανιστεί το τρισδιάστατο μοντέλο με την χημική ένωση και θα πρέπει είτε να βρει την ονομασία της χημικής

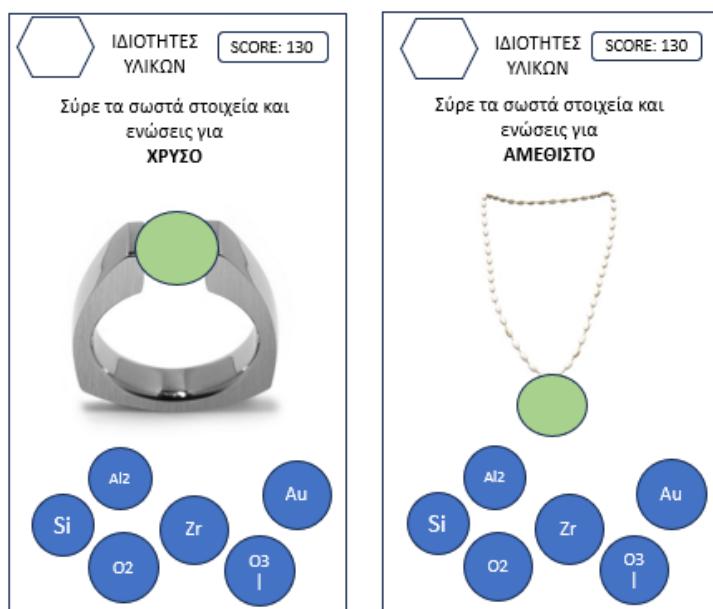
Κεφάλαιο 4

ένωσης, είτε να δημιουργήσει την χημική ένωση με drag & drop των τρισδιάστατων μοντέλων πάνω στο σχήμα. Παρόμοια με το πρώτο σενάριο, μόλις ολοκληρωθούν 3 σωστές απαντήσεις, καλείται να παίξει το μίνι-παιχνίδι και να βρει σε 15 δευτερόλεπτα μία συγκεκριμένη χημική ένωση (εικόνα 6).



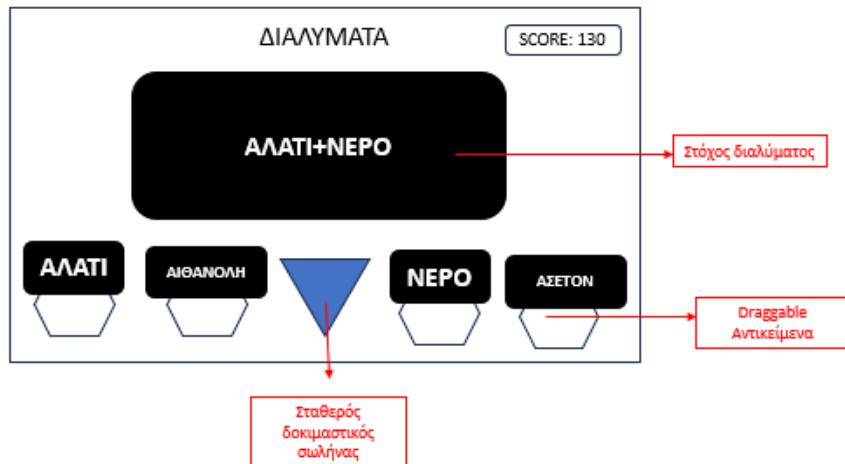
Εικόνα 4.6: Προσχέδιο Σεναρίου 2 (Χημικές Ενώσεις): δημιουργία χημικής ένωσης με drag & drop με βάση την κάρτα

Στο τρίτο σενάριο, ο χρήστης σκανάρει μία από τις δύο κάρτες ώστε να εμφανιστεί ένα κόσμημα και θα πρέπει να σύρει σε αυτό τα κατάλληλα στοιχεία ή ενώσεις για να δημιουργήσει το πέτρωμα που του ζητείται. Σε κάθε λάθος επιλογή παίρνει ηχητικό feedback και το λάθος στοιχείο εξαφανίζεται από τις επιλογές του. Σε κάθε σωστή επιλογή, μπορεί να επιστρέψει στο αρχικό μενού και να επιλέξει να παίξει ξανά, ώστε να εμφανιστεί μία από τις υπόλοιπες (συνολικά 6) διαφορετικές ερωτήσεις



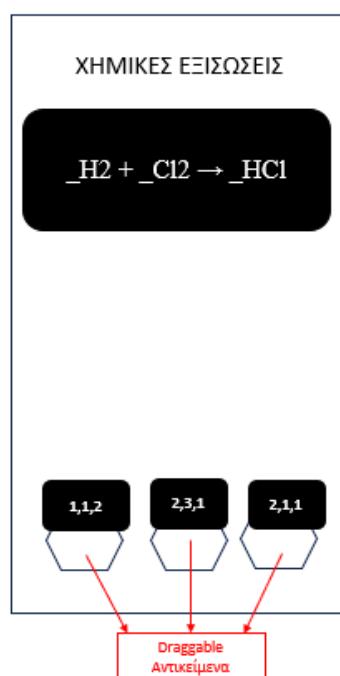
Εικόνα 4.7: Προσχέδια Σεναρίου 3 (Ιδιότητες Υλικών)

Στο τέταρτο σενάριο, ο χρήστης αφού σκανάρει την κάρτα με την εικόνα του εργαστηρίου θα πρέπει να βλέπει με οπτική αλλά και λεκτική αναπαράσταση τα υλικά που έχει στη διάθεση του και να μπορεί να τα σύρει στον δοκιμαστικό σωλήνα ώστε να δει το αποτέλεσμα με το αντίστοιχο οπτικό εφέ και ήχο. Το περιεχόμενο του δοκιμαστικού σωλήνα θα πρέπει να αλλάζει με βάση το τι έχει σύρει σε αυτόν ο χρήστης (πχ. ομογενές ή ετερογενές διάλυμα ή αέριο λόγω καύσης).



Εικόνα 4.8: Προσχέδιο Σεναρίου 4 (Διαλύτες)

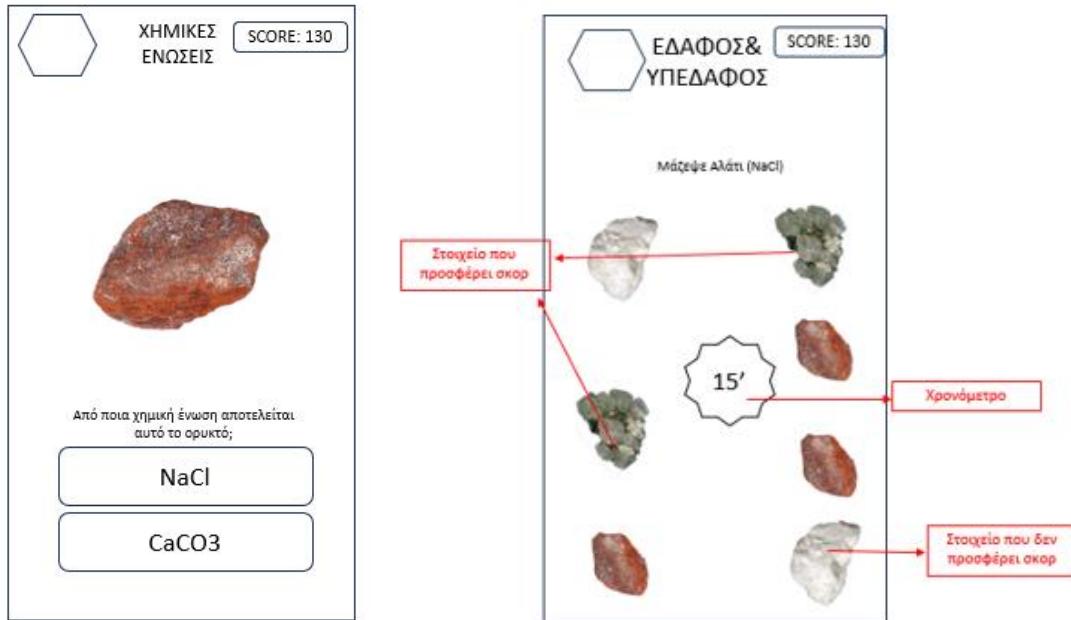
Στο πέμπτο σενάριο, ο χρήστης σκανάρει την κάρτα με τον πίνακα και θα πρέπει να βλέπει λεκτικά τις διαθέσιμες επιλογές. Εάν σύρει λάθος απάντηση, η επιλογή θα εξαφανίζεται, ενώ εάν σύρει την σωστή, θα εμφανίζεται η επόμενη χημική εξίσωση προς επόμενη.



Εικόνα 4.9: Προσχέδιο Σεναρίου 5 (Χημικές Εξισώσεις)

Κεφάλαιο 4

Στο έκτο σενάριο, ο χρήστης σκανάρει εικόνες με διαφορετικά ορυκτά και εμφανίζονται στην οθόνη 2 διαθέσιμες επιλογές για την χημική ένωση από την οποία αποτελούνται. Εάν απαντήσει σωστά 3 φορές, μεταφέρεται στο mini-game, αντίστοιχα με αυτό του πρώτου παιχνιδιού.



Εικόνα 4.10: Προσχέδιο Σεναρίου 6 (Εδαφος & Υπέδαφος) και mini-game

4.2 Κατηγορίες παιχνιδιών

4.2.1 Σενάριο 1: Μόρια/Άτομα

Ο χρήστης σκανάρει τις ειδικά διαμορφωμένες κάρτες ώστε να εμφανιστούν με χρήση Ε.Π. τα τρισδιάστατα μοντέλα των μορίων και να εξετάσουν τον αριθμό των ατόμων από τα οποία αποτελούνται. Για κάθε ένα θα πρέπει να απαντήσει σε ερωτήσεις σχετικά με το πως ονομάζεται το κάθε ένα.

4.2.2 Σενάριο 2: Χημικές Ενώσεις

Ο χρήστης βλέπει ενώσεις μορίων και πρέπει να απαντήσει ποια χημική ένωση παριστάνει ή να συνδυάσει άτομα με drag and drop ώστε να φτιάξει διάφορες χημικές ενώσεις. Το όνομα της χημικής ένωσης προς ολοκλήρωση εμφανίζεται στο πίσω μέρος της κάρτας.

4.2.3 Σενάριο 3: Ιδιότητες υλικών

Σε αυτό το σενάριο ο χρήστης καλείται να κατασκευάσει το κατάλληλο υλικό για ένα κόσμημα. Για την προσθήκη δυνατότητας Ε.Π., θα σκανάρει πρώτα μία εικόνα (πχ. κόσμημα) και πάνω σε αυτήν θα πρέπει να σύρει τα στοιχεία για τη δημιουργία του κατάλληλου υλικού.

Τα υλικά που θα του ζητούνται και τα υλικά που θα έχει στη διάθεση του είναι:

- Διαμάντι (C) - Ένα αλλοτρόπιο του άνθρακα, ένα από τα σκληρότερα γνωστά υλικά.

- Αργυρός (Ag) - Ένα άλλο πολύτιμο μέταλλο με ασημί χρώμα που επίσης χρησιμοποιείται στην κοσμηματοποιία.
- Χρυσός (Au) - Ένα πολύτιμο μέταλλο που χρησιμοποιείται για την κατασκευή κοσμημάτων λόγω της λάμψης και της αντοχής του στη διάβρωση
- Ζιρκόνιο (Zr) - Ένα μέταλλο που συχνά χρησιμοποιείται για τη δημιουργία υψηλής ποιότητας κοσμημάτων.
- Ρουμπίνι (Al2O3) - Οξείδιο του αργιλίου με ιχνοστοιχεία χρωμίου, που του προσδίδουν το κόκκινο χρώμα.
- Αμέθυστος (SiO2) - Μια ποικιλία του αχάτη, με χαρακτηριστικό μωβ χρώμα λόγω παρουσίας σιδήρου.

Έτσι, εάν του ζητείται αμέθυστος θα πρέπει να σύρει Si και O2 για να ολοκληρώσει το παιχνίδι.

4.2.4 Σενάριο 4: Διαλύματα

Σκανάροντας την εικόνα του φυλλαδίου με το εργαστήριο χημείας, ο χρήστης βλέπει διάφορους δοκιμαστικούς χημικούς σωλήνες με διαφορετικά υλικά, και του ζητείται να σύρει έναν συγκεκριμένο σωλήνα σε άλλον ώστε να δημιουργήσει ένα διάλυμα. Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία, εάν έχει σύρει τον σωστό σωλήνα, παίρνει μήνυμα επιτυχίας και του ζητείται να απαντήσει ποια είναι η διαλυμένη ουσία και ποιος ο διαλύτης. Εάν έχει σύρει λάθος σωλήνα, λαμβάνει ανατροφοδότηση με ήχο και εφέ και του ζητείται να επαναλάβει τη διαδικασία.

Πίνακας 4.1: Σενάρια για το παιχνίδι των διαλυμάτων

	ΔΙΑΛΥΤΗΣ	ΔΙΑΛΥΜΑ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1	Νερό (H2O)	Αλάτι	Ομογενές διάλυμα
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2	Αιθανόλη (C2H5OH)	Κόκκινο χρωστικό τροφίμων	Εθανολική διάλυση με κόκκινη απόχρωση
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3	Νερό (H2O)	Ιώδιο (I2) - Κρύσταλλοι ιωδίου	Καφε ανάλυση καθώς το ιώδιο διαλύεται στο νερό.
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 4	Νερό (H2O)	Ζάχαρη (Σακχαρόζη - C12H22O11)	Διάφανη διάλυση καθώς η ζάχαρη διαλύεται εύκολα στο νερό.
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 5	Υδροχλωρικό οξύ (HCl)	Ψευδάργυρος (Zn)	Παραγωγή υδρογόνου αερίου καθώς ο ψευδάργυρος υπόκειται σε χημική αντίδραση με το οξύ
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 6	Νερό (H2O)	Λάδι	Ετερογενές διάλυμα
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 7	Ασετόν (CH3COCH3)	Κρύσταλλοι ιωδίου (I2)	Μοβ διάλυση καθώς το ιώδιο διαλύεται στο ασετόν.
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 8	Νερό	Άμμος	Ετερογενές διάλυμα

4.2.5 Σενάριο 5: Χημικές Εξισώσεις

Οι μαθητές θα πρέπει να επιλέξουν σωστά τους χημικούς συντελεστές και τα χημικά στοιχεία και να επιλύσουν την εξίσωση.

Πίνακας 4.2: Σενάρια για το παιχνίδι των χημικών εξισώσεων

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ 1	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ 2	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ 3 (ΛΑΘΟΣ)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ 4 (ΛΑΘΟΣ)
NH ₃	N ₂	H	N ₃	P ₃
KClO	KCl	O ₂	Na	K
HCl	H ₂	Cl ₂	N ₂	O ₂
MgO	Mg	O ₂	O ₃	H ₂

Οι μαθητές θα πρέπει να επιλέξουν σωστά τους ατομικούς συντελεστές και να ισορροπήσουν την εξίσωση. Οι ασκήσεις αυτού του σεναρίου βασίστηκαν σε υπάρχουσες υποστηρικτικές ασκήσεις [103].

Πίνακας 4.3: Πίνακας Ερωτήσεων για το παιχνίδι των χημικών εξισώσεων

ΕΞΙΣΩΣΗ	ΣΩΣΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ
_KClO ₃ (s) → _KCl(s) + _O ₂	2,2,3
_Na + _Cl ₂ → _NaCl	2,1,2
_Mg + _O ₂ → _MgO	2,1,2
_CO ₂ + _KOH → _K ₂ CO ₃ + _H ₂ O	1,2,1,1
_H ₂ + _Cl ₂ → _HCl	1,1,2

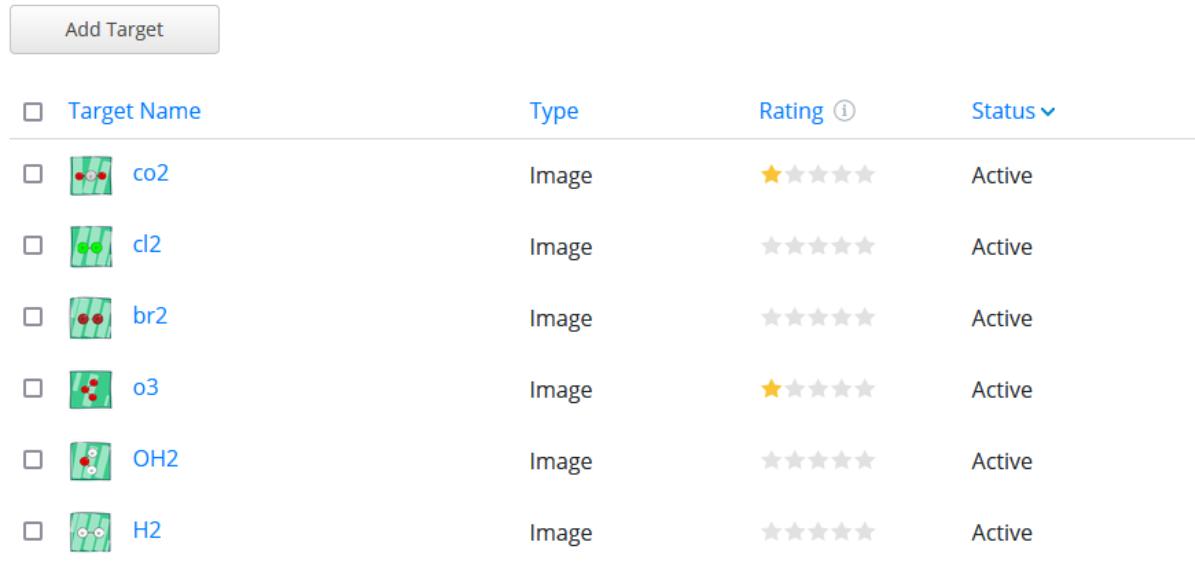
4.2.6 Σενάριο 6: Έδαφος/Υπέδαφος

Στον χρήστη παρουσιάζονται διάφορα ορυκτά και πρέπει να απαντήσει σε ερωτήσεις που αφορούν την χημική ένωση από την οποία αποτελείται το ορυκτό. Για κάθε τρεις σωστές απαντήσεις, εμφανίζεται mini-game ανάλογο με αυτό του Παιχνιδιού 1, όπου ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει όλα τα ορυκτά μίας συγκεκριμένης χημικής ένωσης. Τα ορυκτά και οι ενώσεις μορίων προς παρουσίαση θα είναι:

- Καλκίτης (CaCO₃) - Συχνά βρίσκεται σε ασβεστόλιθο και μάρμαρο.
- Φελλοίτης - Μία ομάδα ορυκτών με διάφορες συνθέσεις, περιλαμβάνοντας τον φελλό καλίου (KAlSi₃O₈), τον πλαγιοκλάσιο φελλό (NaAlSi₃O₈ - CaAl₂Si₂O₈) και άλλους. Βρίσκεται σε διάφορα ηφαιστειογενή, μεταμορφωμένα και αιγιαλόπετρα.
- Πυρίτιο (FeS₂) - Επίσης γνωστό ως "χρυσός των τρελών," συχνά βρίσκεται σε αιγιαλόπετρα και μερικά μεταμορφωμένα πετρώματα.
- Αιματίτης (Fe₂O₃) - Ένα συνηθισμένο οξείδιο του σιδήρου που βρίσκεται σε διάφορα πετρώματα, συμπεριλαμβανομένων των ευρυζωνικών σχηματισμών σιδηρομαγνησιτικού σιδήρου.
- Αλάτι (NaCl) - Γνωστό και ως βραχύτερο αλάτι, βρίσκεται σε αποθέσεις ατμού και αιγιαλόπετρα.
- Δολομίτης (CaMg(CO₃)₂) - Βρίσκεται σε δολοστόνο και μερικούς σχηματισμούς ασβεστολίθου.

4.3 Εγκατάσταση και Configuration

Για την υλοποίηση με Vuforia, ήταν απαραίτητη η δημιουργία λογαριασμού στο developer portal developer.vuforia.com και η απόκτηση license key για τη δημιουργία online βιβλιοθήκης με τις εικόνες στόχους, που θα μπορούν οι χρήστες να σκανάρουν [104].



<input type="checkbox"/> Target Name	Type	Rating ⓘ	Status ▾
<input type="checkbox"/>  co2	Image	★★★★★	Active
<input type="checkbox"/>  cl2	Image	★★★★★	Active
<input type="checkbox"/>  br2	Image	★★★★★	Active
<input type="checkbox"/>  o3	Image	★★★★★	Active
<input type="checkbox"/>  OH2	Image	★★★★★	Active
<input type="checkbox"/>  H2	Image	★★★★★	Active

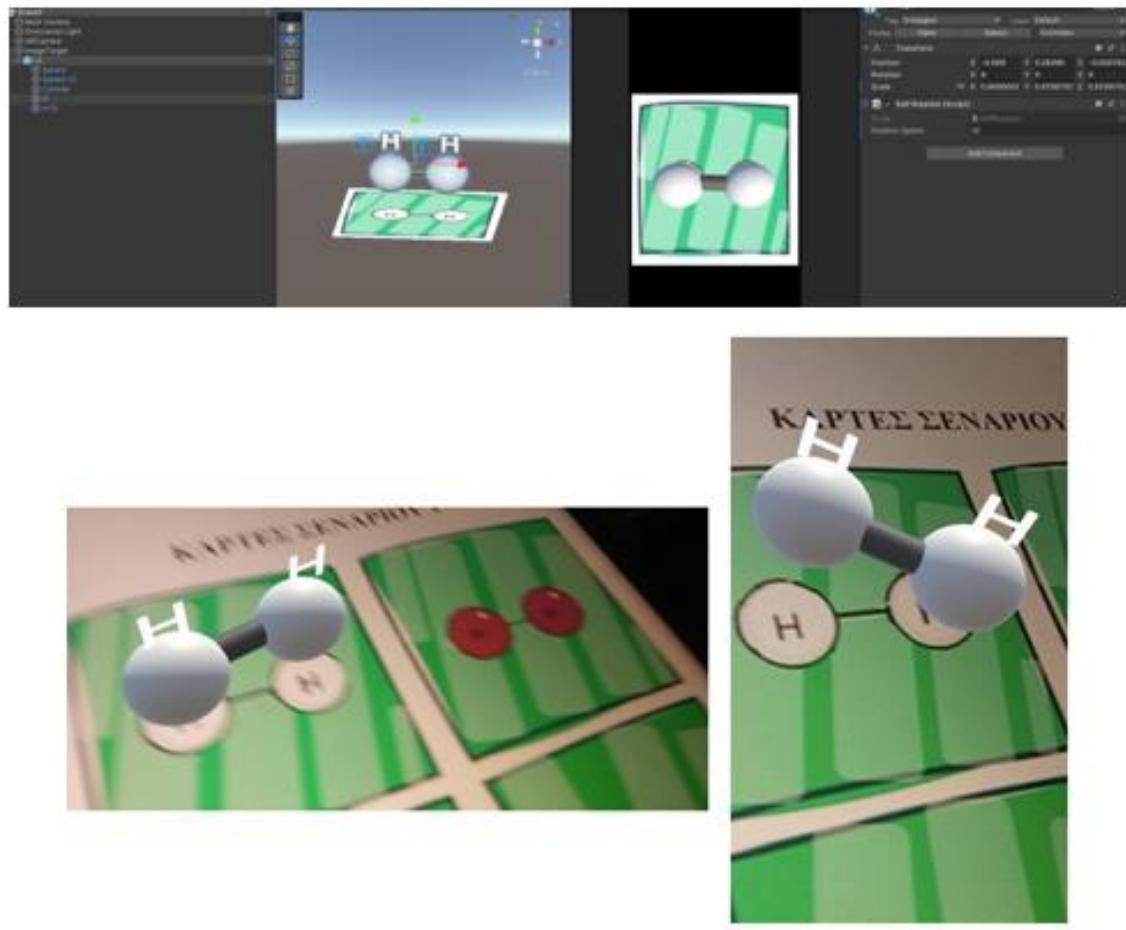
Εικόνα 4.11: Περιβάλλον βιβλιοθήκης Vuforia

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε Android Project στη Unity, στο οποίο εισήχθη το package με το Vuforia Engine SDK ώστε να αναβαθμιστεί και να ενσωματωθούν σε αυτό οι δυνατότητες Ε.Π.. Μετά την εγκατάσταση του package, εμφανίστηκαν στη Unity οι επιλογές για τις ρυθμίσεις (configuration) αλλά και το μενού εισαγωγής Ε.Π. camera στη σκηνή. Συμπληρώθηκαν στο configuration του Vuforia το license key και αφού εξήχθη από την πλατφόρμα του Vuforia η βάση με της εικόνες, έγινε εισαγωγή της στο project της Unity. Αρχικά δημιουργήθηκε μία δοκιμαστική σκηνή με Ε.Π. Camera και μία από τις εικόνες της βάσης, ώστε να ελεγχθεί η ορθή λειτουργία των Ε.Π. δυνατοτήτων (Εικόνα). Δημιουργήθηκε και το script SelfRotate.cs ώστε το μόριο να περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό του.

```

1  using UnityEngine;
2
3  public class SelfRotation : MonoBehaviour
4  {
5      public float rotationSpeed = 50f;
6
7      void Update()
8      {
9          transform.Rotate(Vector3.up, rotationSpeed * Time.deltaTime);
10     }
11 }
```

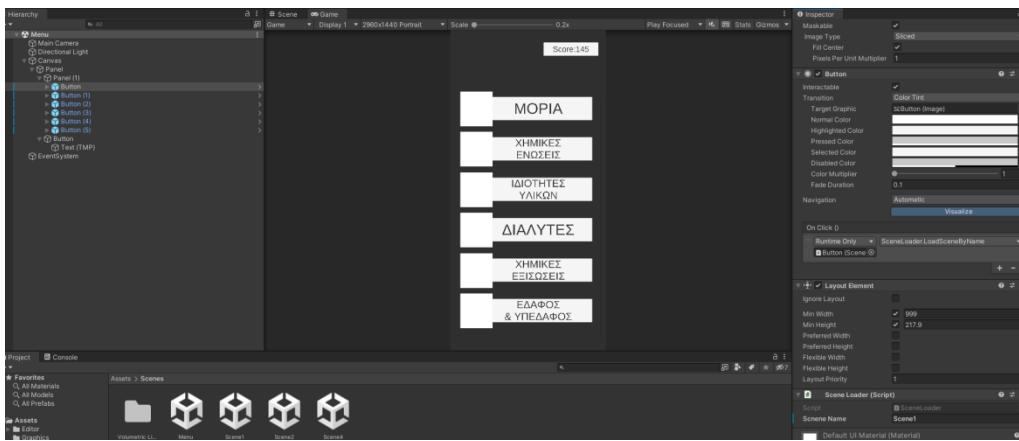
Εικόνα 4.12: Κώδικας για την περιστροφή των τρισδιάστατων αντικειμένων



Εικόνα 4.13: Περιβάλλον Unity (πάνω) και πρώτη δοκιμή αναγνώρισης εικόνων (κάτω)

4.4 Ανάπτυξη Κώδικα

Αφού έγινε έλεγχος και επαληθεύθηκε ότι η προβολή του τρισδιάστατου αντικειμένου γίνεται χωρίς προβλήματα σε συσκευές Android, δημιουργήθηκε η σκηνή του Menu, που περιλαμβάνει 6 κουμπιά (Εικόνα 4.14), πάνελ για σκορ και δεν χρησιμοποιεί επαυξημένη πραγματικότητα. Αναπτύχθηκε το script SceneLoader.cs και συνδέθηκε στο πρώτο κουμπί με onClick Event από το Hierarchy της Unity ώστε να φορτώνει την σκηνή του πρώτου παιχνιδιού. Αργότερα προστέθηκε στο scene loader και η μέθοδος Exit() ώστε να εκτελεί την εντολή Application.Quit για το κλείσιμο της εφαρμογής. Όλες οι κλήσεις των μεθόδων γίνονται μέσω του Inspector της Unity και των onClick Events που προτέθηκαν στα κουμπιά.



Εικόνα 4.14: Περιβάλλον Unity: Αρχική σχεδίαση διεπαφής χρήστη

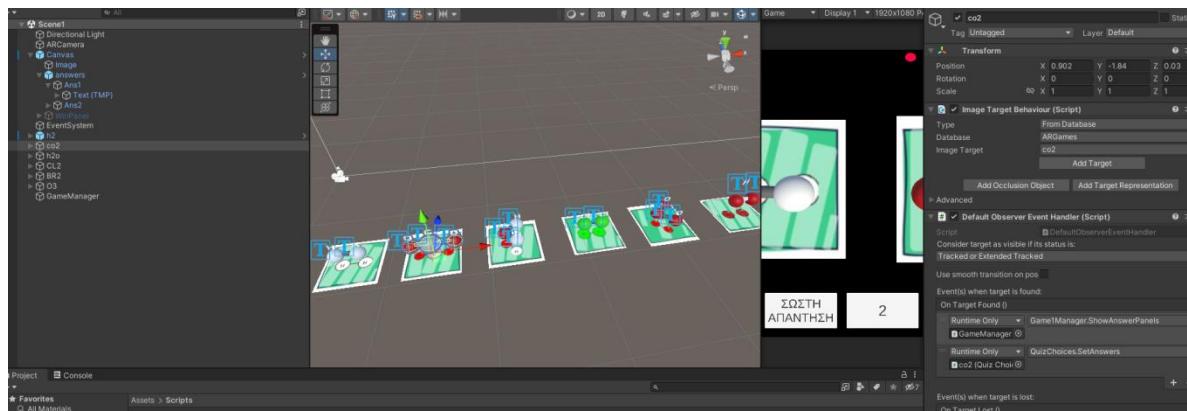
Για το σκορ του παίκτη αναπτύχθηκε το PlayerScoreManager.cs script και ανατέθηκε σε ένα αντικείμενο στη σκηνή του μενού. Για να μην χάνεται το σκορ κάθε φορά που φορτώνεται διαφορετική σκηνή, αξιοποιήθηκε το Singleton pattern με χρήση της εντολής DontDestroyOnLoad, όπως φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 4.15).

```
13  private void Awake()
14  {
15      if (Instance != null && Instance != this)
16      {
17          Destroy(gameObject);
18      }
19
20      Instance = this;
21  }
22
```

Εικόνα 4.15: Κώδικας Score Παίκτη

Για το πρώτο σενάριο, τοποθετήθηκαν όλες οι κάρτες με VuforiaImage και δημιουργήθηκαν με 3d σχήματα μέσα στη unity τα διαφορετικά μόρια. Κάθε εικόνα έχει το script QuizChoices.cs και δύο public μεταβλητές για τις επιλογές που έχει ο χρήστης. Μόλις εμφανιστεί το αντικείμενο με χρήση της E.P. Camera του Vuforia, εμφανίζονται τα στοιχεία καμβά με τις επιλογές και αντικαθίστανται τα κουμπιά με τις επιλογές της κάθε εικόνας. Παρατηρήθηκε μία δυσκολία αναγνώρισης συγκεκριμένων καρτών, και οι κάρτες της βάσης τροποποιήθηκαν ώστε να περιλαμβάνουν διαφορετικά σύμβολα στις γωνίες, με στόχο να διευκολύνουν την αναγνώριση από το Vuforia.

Κεφάλαιο 4



Εικόνα 4.16: Ανάπτυξη πρώτου παιχνιδιού (Μόρια)

Για το Mini Game που εμφανίζεται κάθε 3 σωστές απαντήσεις, δημιουργήθηκε μία νέα σκηνή και τα scripts ObjectClicked MiniGameSpawner, MiniGameManager και Countdown. To Countdown.cs, είναι υπεύθυνο για την αντίστροφη μέτρηση του χρόνου και περιλαμβάνει την Coroutine CountdownTimer() που εκτελείται κατά την εκκίνηση της σκηνής στη μέθοδο Start(), καλεί τον εαυτό της κάθε δευτερόλεπτο και αφοίρει από τη μεταβλητή countdownTime, όσο η countdownTime είναι μεγαλύτερη του 0 (Εικόνα 4.17).

```

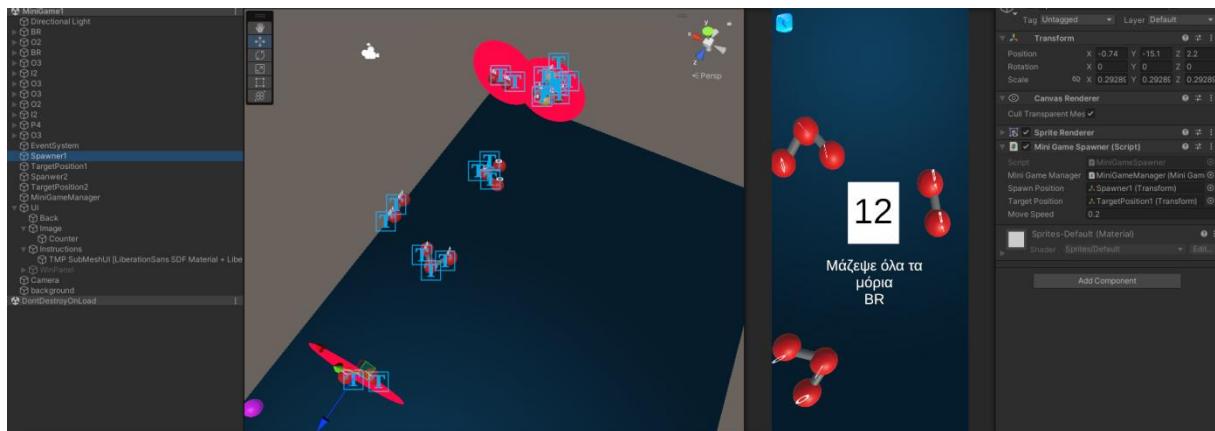
9     private void StartCountdown()
10    {
11        isCounting = true;
12        StartCoroutine(CountdownTimer());
13    }
14    private IEnumerator CountdownTimer()
15    {
16        while (countdownTime > 0f)
17        {
18            if (isCounting)
19            {
20                countdownText.text = Mathf.CeilToInt(countdownTime).ToString();
21                countdownTime -= Time.deltaTime;
22            }
23
24            yield return null;
25        }
26
27        winPanel.SetActive(true);
28        countdownText.text = "0";
29    }
30    public void ToggleCountdown(bool pause)
31    {
32        isCounting = !pause;
33    }

```

Εικόνα 4.17: Κώδικας Countdown timer

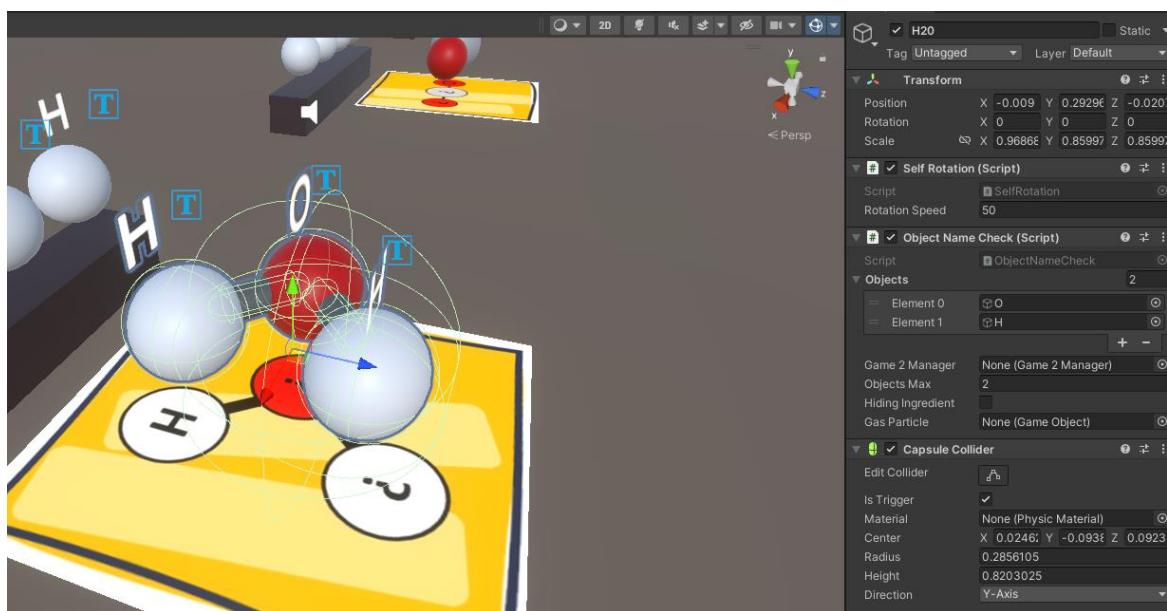
To ObjectClicked καλείται όταν επιλέγεται το σωστό αντικείμενο και το καταστρέφει, το MiniGameManager είναι υπεύθυνο για να επιλέγει ένα τυχαίο αντικείμενο από τον πίνακα με τα μόρια που είναι διαθέσιμα προς εμφάνιση και να ελέγχει τα σωστά κλικ του παίκτη, προσθέτει σκορ και αναπαράγει τον κατάλληλο ήχο. Τέλος, το MiniGameSpawner, είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία τυχαίων αντικειμένων με τα μόρια (από τον πίνακα που έχει οριστεί στον Manager) και την μετακίνηση

τους προς τη θέση που έχει οριστεί στην μεταβλητή targetPosition. Για το σκοπό αυτό υλοποιήθηκαν δύο coroutines(SpawnObjectsRepeatedly και MoveTowardsTarget).



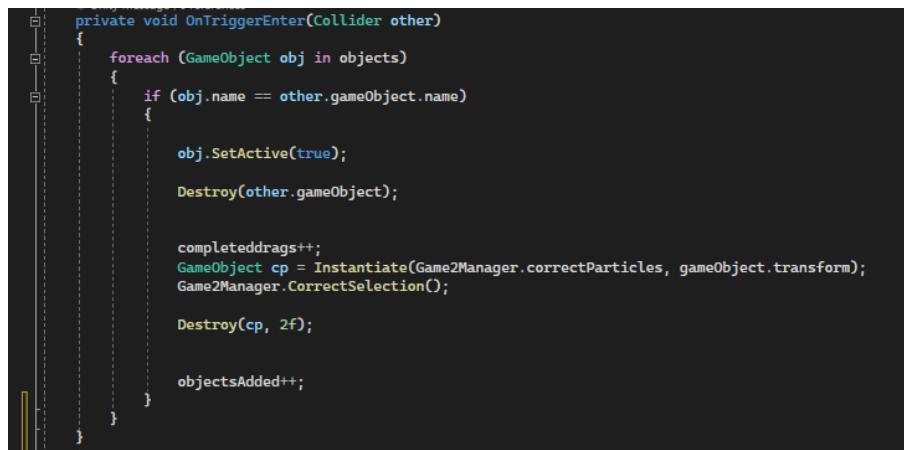
Εικόνα 4.18: Ανάπτυξη mini-game δεύτερου παιχνιδιού (Χημικές ενώσεις)

Για το δεύτερο σενάριο (Εικόνα 4.18), τοποθετήθηκαν δημιουργήθηκαν με 3d σχήματα μέσα στη unity οι διαφορετικές χημικές ενώσεις και αναπτύχθηκε το script ObjectNameCheck. Κάθε χημική ένωση που εμφανίζεται κατά το σκανάρισμα της κάρτας, τρέχει το συγκεκριμένο script και έχουν οριστεί 2 συγκεκριμένα αντικείμενα στον πίνακα objects τα οποία κρύβονται πάντα και είναι αυτά που θα πρέπει να σύρει σωστά ο χρήστης για να συμπληρώσει τη χημική ένωση. Όταν ο χρήστης σύρει πάνω στην ένωση ένα draggable αντικείμενο, το Object Name Check ελέγχει εάν το όνομα του αντικειμένου είναι ένα από τα κρυμμένα αντικείμενα. Εάν δεν είναι, εξαφανίζει το λάθος αντικείμενο και δημιουργεί το prefab με το εφέ του καπνού στη θέση του. Εάν υπάρχει στον πίνακα, εξαφανίζει το draggable αντικείμενο και εμφανίζει στη θέση της χημικής ένωσης, το αντίστοιχο κρυμμένο αντικείμενο (Εικόνα 4.19 και 4.20).



Εικόνα 4.19: Ανάπτυξη δεύτερου παιχνιδιού (χημικές ενώσεις)

Κεφάλαιο 4



```
private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    foreach (GameObject obj in objects)
    {
        if (obj.name == other.gameObject.name)
        {
            obj.SetActive(true);

            Destroy(other.gameObject);

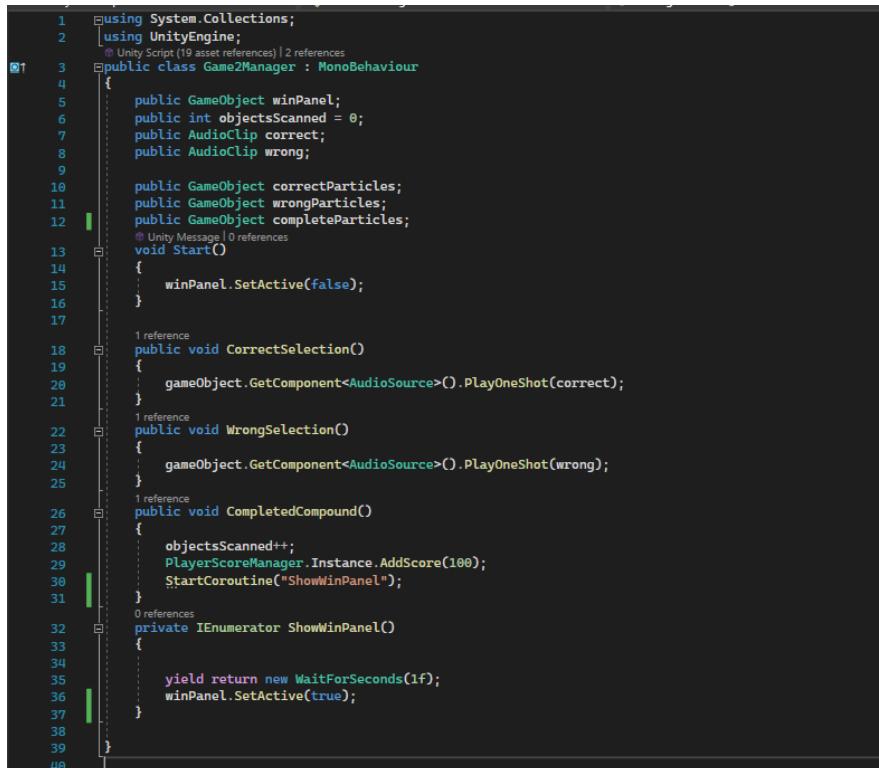
            completeddrags++;
            GameObject cp = Instantiate(Game2Manager.correctParticles, gameObject.transform);
            Game2Manager.CorrectSelection();

            Destroy(cp, 2f);

            objectsAdded++;
        }
    }
}
```

Εικόνα 4.20: Κώδικας για έλεγχο απαντήσεων

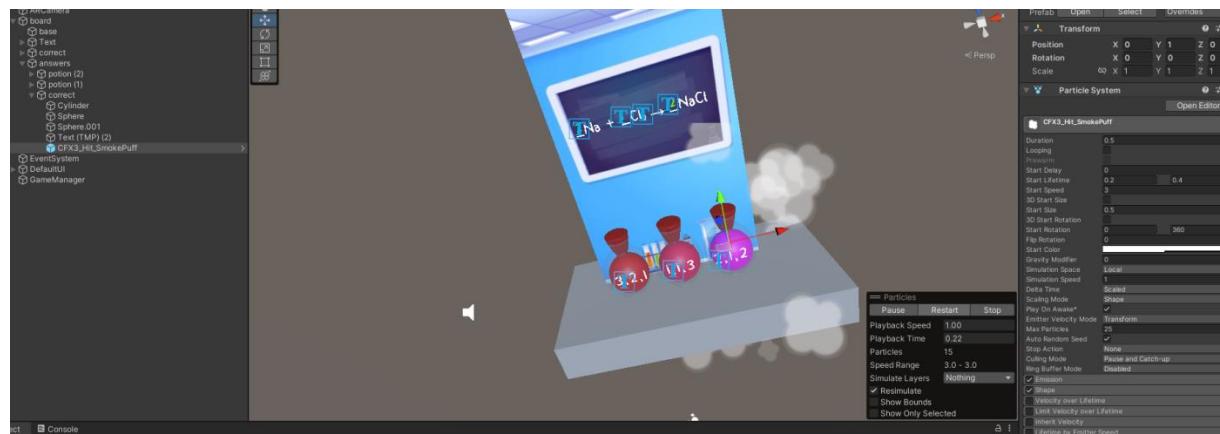
Επίσης, αναπτύχθηκε το script Game2Manager, που είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο των απαντήσεων ώστε να προχωρήσει σε προβολή του πάνελ με τα γραφικά νίκης, την προσθήκη βαθμών στο σκορ και αργότερα προστέθηκαν και οι εντολές για την ανάθεση και αναπαραγωγή του κατάλληλου ηχητικού κλιπ στο AudioSource. Ο βασικός μηχανισμός είναι αυτός του drag & drop. Για τις ανάγκες του παιχνιδιού, έγιναν μικρές αλλαγές και προσθήκες, όπως για παράδειγμα η προσθήκη του μέγιστου αριθμού που πρέπει ο χρήστης να σύρει για να κερδίσει ως μεταβλητή στο ObjectNameCheck, γιατί στην περίπτωση των παιχνιδιών με τα διαλύματα, τις ιδιότητες και τις χημικές εξισώσεις, για να ολοκληρωθεί η απάντηση, χρειάζεται μόνο ένα σωστό αντικείμενο αντί για δύο (Εικόνα 4.21).



```
1  using System.Collections;
2  using UnityEngine;
3  public class Game2Manager : MonoBehaviour
4  {
5      public GameObject winPanel;
6      public int objectsScanned = 0;
7      public AudioClip correct;
8      public AudioClip wrong;
9
10     public GameObject correctParticles;
11     public GameObject wrongParticles;
12     public GameObject completeParticles;
13
14     void Start()
15     {
16         winPanel.SetActive(false);
17     }
18
19     public void CorrectSelection()
20     {
21         gameObject.GetComponent< AudioSource >().PlayOneShot(correct);
22     }
23
24     public void WrongSelection()
25     {
26         gameObject.GetComponent< AudioSource >().PlayOneShot(wrong);
27     }
28
29     public void CompletedCompound()
30     {
31         objectsScanned++;
32         PlayerScoreManager.Instance.AddScore(100);
33         StartCoroutine("ShowWinPanel");
34     }
35
36     private IEnumerator ShowWinPanel()
37     {
38
39         yield return new WaitForSeconds(1f);
40         winPanel.SetActive(true);
41     }
42 }
```

Εικόνα 4.21: Κώδικας Game Manager

Τα ίδια scripts επαναχρησιμοποιήθηκαν και στα παιχνίδια με τους διαλύτες, τις ιδιότητες υλικών και τις χημικές εξισώσεις. Επίσης, καθώς κάποια από τα διαλύματα του παιχνιδιού 5 (Εικόνα 4.24) παράγουν ομογενή μίγμα ή αέριο, προστέθηκε και ο απαραίτητος έλεγχος με βάση την ανάθεση tags στα αντικείμενα του συγκεκριμένου παιχνιδιού (μέσω του inspector), όπως φαίνεται στον κώδικα της εικόνας 4.23.



Εικόνα 4.22: Διαδικασία ανάπτυξης πέμπτου παιχνιδιού (Χημικές εξισώσεις)

```

if (other.gameObject.tag == "secondIngredient" || other.gameObject.tag == "gasResult")
{
    hidingIngredient = true;
}

if (objectsAdded > 1 && hidingIngredient == true)
{
    objects[1].gameObject.SetActive(false);
}

if (objectsAdded > 1 && other.gameObject.tag == "gasResult")
{
    objects[0].gameObject.SetActive(false);
    GameObject particles = Instantiate(gasParticle, gameObject.transform);
}
else
{

    Destroy(other.gameObject);

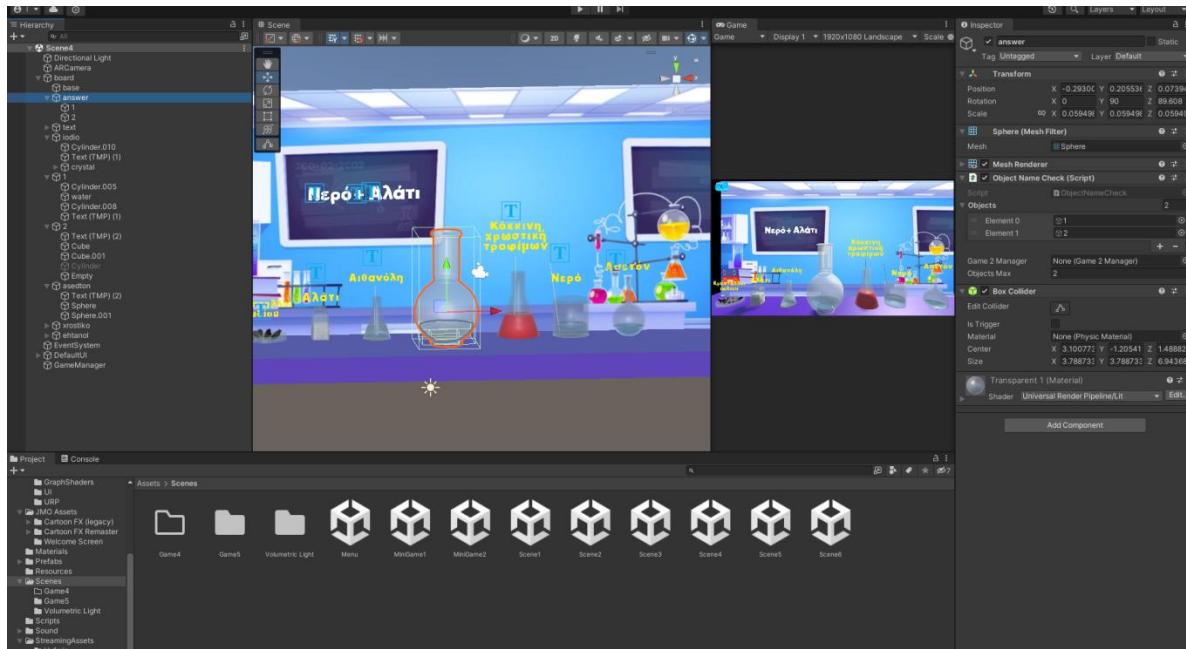
    GameObject cp = Instantiate(Game2Manager.wrongParticles, gameObject.transform);
    Game2Manager.WrongSelection();
    if (cp != null)
    {
        Destroy(cp, 2f);
    }
}

```

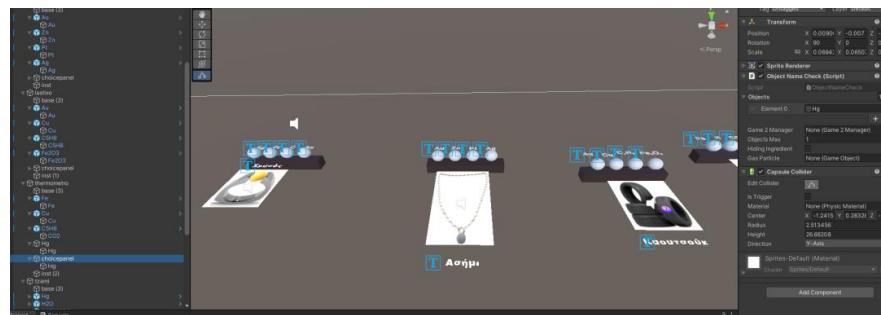
Εικόνα 4.23: Κώδικας Game Manager με προσθήκη δυνατότητας δημιουργίας διαφορετικών μειγμάτων

Κεφάλαιο 4

Για το τέταρτο και το πέμπτο παιχνίδι, χρησιμοποιήθηκαν δωρεάν μοντέλο από το sketchfab.com και δημιουργήθηκαν στη unity πολλά διαφορετικά Materials ώστε να αντιπροσωπεύουν τις διαφορετικές απαντήσεις του παίκτη στο παιχνίδι 5 (εικόνα 4.22) και τα διαφορετικά υλικά και συστατικά στο παιχνίδι 4 (Εικόνα 4.24).

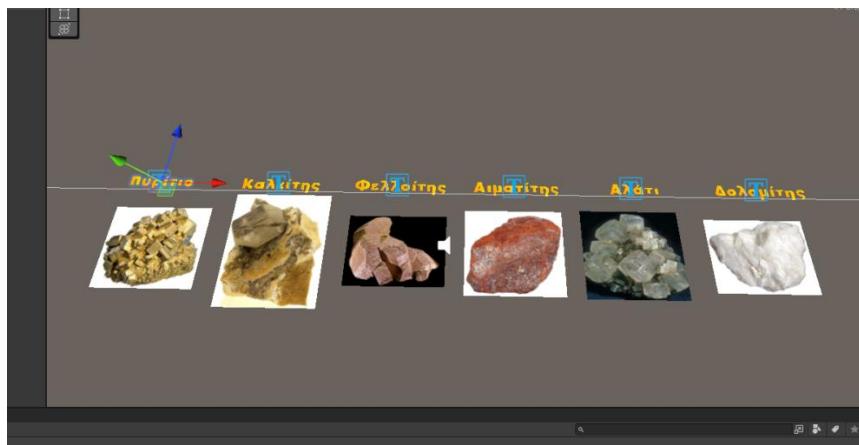


Εικόνα 4.24: Διαδικασία ανάπτυξης τέταρτου παιχνιδιού (Διαλόματα)



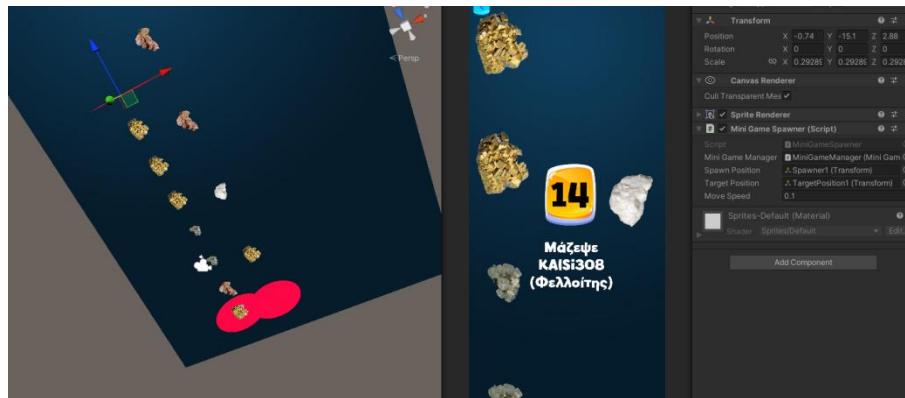
Εικόνα 4.25: Διαδικασία ανάπτυξης τρίτου παιχνιδιού (Ιδιότητες Υλικών)

Για το έκτο παιχνίδι (έδαφος και υπέδαφος) επαναχρησιμοποιήθηκε το script Game1Manager και προστέθηκαν μέσω της unity κατά την εμφάνιση κάθε κάρτας το όνομα του ορυκτού καθώς και ηχητικό κλιπ κατά την εμφάνιση, ώστε οι χρήστες να ακούνε την ονομασία του, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.26. Τα ηχητικά κλιπ δημιουργήθηκαν με χρήση του δωρεάν ai text to speech generator soundoftext.com .



Εικόνα 4.26: Ανάπτυξη έκτου παιχνιδιού (έδαφος & υπέδαφος)

Τέλος, δημιουργήθηκε διπλότυπο του Mini Game που αναπτύχθηκε για το πρώτο παιχνίδι (μόρια) και έγινε αλλαγή των prefab του πίνακα των spawners ώστε αντί για τα αντικείμενα των μορίων, να δημιουργούνται και να μετακινούνται στην οθόνη αντικείμενα με τα ορυκτά (Εικόνα 4.27)



Εικόνα 4.27: Ανάπτυξη mini-game έκτου παιχνιδιού (έδαφος & υπέδαφος)

4.5 Προσθήκη Ηχητικών και Οπτικών Εφέ

Για να εμπλουτιστεί ο παιγνιώδης και διαδραστικός χαρακτήρας της εφαρμογής, ήταν απαραίτητη η προσθήκη οπτικών και ακουστικών εφέ, με βάση την αλληλεπίδραση του χρήστη. Για το σκοπό αυτό, προστέθηκαν 2 ηχητικά κλιπ σωστού και λάθος, και η κατάλληλη εντολή στον κώδικα κάθε παιχνιδιού, ώστε όταν ο χρήστης δίνει απάντηση το AudioSource να παίζει τον κατάλληλο ήχο (Εικόνα 2..28).

Κεφάλαιο 4

```

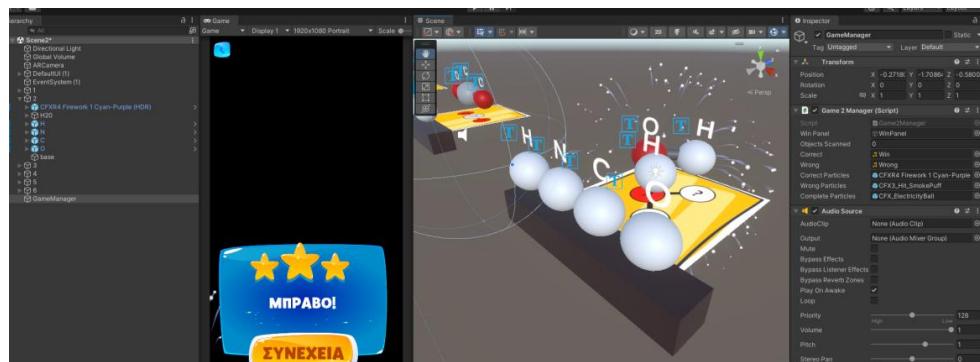
1 reference
public void CorrectSelection()
{
    gameObject.GetComponent<AudioSource>().PlayOneShot(correct);
}

1 reference
public void WrongSelection()
{
    gameObject.GetComponent<AudioSource>().PlayOneShot(wrong);
}
1 reference

```

Εικόνα 4.28: Κώδικας για την αναπαραγωγή ηχητικών εφέ

Επίσης, προσαρμόστηκαν τα Particle Effects της βιβλιοθήκης JMO Assets (Εικόνα 4.29) και προστέθηκαν οι αντίστοιχες εντολές, ώστε ανάλογα με την απάντηση να εμφανίζεται στην οθόνη το κατάλληλο οπτικό εφέ



Εικόνα 4.29: Προσθήκη οπτικών εφέ

Μετά από αρκετές δοκιμές, τροποποιήθηκαν οι διαστάσεις των διαφορετικών στοιχείων, αλλά και ο προσανατολισμός τους, ώστε να είναι πιο εύκολο στον χρήστη να διαβάσει το λεκτικό περιεχόμενο. Εκτός των ήχων σωστού και λάθους, στο τρίτο παιχνίδι (ιδιότητες υλικών), προστέθηκαν και ηχητικά κλιπ με το όνομα του υλικού, που ακούγεται κάθε φορά που σκανάρεται μία κάρτα (Εικόνα 4.29).



Εικόνα 4.30: Περιβάλλον Vuforia

4.6 Προσθήκη Γραφικών στοιχείων και ολοκλήρωση Διεπαφής Χρήστη

Αφού συλλέχθηκαν τα απαραίτητα γραφικά, αντικαταστάθηκαν όλα τα στοιχεία διεπαφής ώστε να είναι περισσότερο ελκυστικά στους μαθητές. Στο αρχικό μενού δημιουργήθηκε κίνηση με τη βοήθεια του παραθύρου Animation και του component Animator της Unity. Η γραμματοσειρά που επιλέχθηκε είναι η billy otf και όλα τα γραφικά και οι εικόνες προέρχονται είτε από τη δωρεάν βιβλιοθήκη freepik.com ή αντίστοιχες ηλεκτρονικές πηγές που παρέχουν δικαιώματα προς κάθε χρήστη. Το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα 4.30.



Εικόνα 4.31: Προσθήκη γραφικών στοιχείων και κίνησης στο αρχικό menu

Προστέθηκε σε όλες τις σκηνές κουμπί εξόδου, που επιστρέφει τον χρήστη στο αρχικό μενού, και ελέγχθηκε δοκιμαστικά η εφαρμογή ώστε να εξασφαλισθεί ότι είναι φιλική προς τον χρήστη. Επίσης προστέθηκαν οδηγίες για το κάθε παιχνίδι στο πάνω μέρος της οθόνης και αργότερα προστέθηκε και το σκορ του παίκτη σε κάθε οθόνη, καθώς κατά την δοκιμή της αλληλεπίδρασης περισσότερο φιλικό προς τον χρήστη το να υπάρχει εύκολη πρόσβαση στο συνολικό σκορ, κάθε στιγμή.



Εικόνα 4.32: Προσθήκη UIs



Εικόνα 4.33: Προσθήκη και προσαρμογή UIs (με σκορ χρήστη και οδηγίες σε αναγνώσιμο μέγεθος)

Επίσης, δημιουργήθηκε και η μέθοδος SetScoreToZero() που επαναφέρει το σκορ του παίκτη στο 0 και μέσω του Player Score Manager καλείται κάθε φορά που ανοίγει η εφαρμογή.

```
1  using UnityEngine;
2  public class scoreReset : MonoBehaviour
3  {
4      public void SetScoreToZero()
5      {
6          PlayerPrefs.SetInt("PlayerScore", 0);
7      }
8  }
```

Εικόνα 4.34: Μηδένισμα Score παίκτη

```

private bool isGameStart = false;
private void Awake()
{
    if (Instance != null && Instance != this)
    {
        if (gameObject != null)
        {
            Destroy(gameObject);
        }
        return;
    }

    Instance = this;

    if (!isGameStart)
    {
        PlayerPrefs.SetInt(playerScoreKey, 0);
        isGameStart = true;
    }

    DontDestroyOnLoad(gameObject);
}

```

Εικόνα 4.35: Εφέ λάθους/σωστού πόντου

Το 5^ο παιχνίδι (διαλύματα) χρειάζεται περισσότερο οριζόντιο χώρο στην οθόνη, για αυτό και δημιουργήθηκε το κατάλληλο script ώστε εάν έχουμε ορίσει την μεταβλητή landscape σε true, να προβάλλεται υποχρεωτικά οριζόντια (landscape).

```

1  using UnityEngine;
2
3  public class ForceLandscape : MonoBehaviour
4  {
5      public bool landscape = false;
6      public bool yAxisHeight = false;
7      void Start()
8      {
9          if (landscape)
10         {
11             Screen.orientation = ScreenOrientation.LandscapeLeft;
12         }
13         else
14         {
15             Screen.orientation = ScreenOrientation.Portrait;
16         }
17     }
18 }
19
if (isDragging)
{
    Vector3 newPosition = GetWorldPositionOnPlane(Input.mousePosition) + offset;
    if (axisManager != null)
    {
        if (axisManager.yAxisHeight)
        {
            newPosition.y = transform.position.y;
        }
        else
        {
            newPosition.z = transform.position.z;
        }
        transform.position = newPosition;
    }
}

```

Εικόνα 4.36: Αρχικοποίηση οριζόντιου χώρου οθόνης

Κεφάλαιο 4

Το τέταρτο παιχνίδι δημιουργήθηκε με την κάμερα να βρίσκεται απέναντι από τα αντικείμενα, με το βάθος να είναι ο áξονας z, για αυτό ήταν απαραίτητο ο áξονας του ύψους να είναι ο y, ώστε όταν ο χρήστης σέρνει τα αντικείμενα να μετακινούνται στους αντίστοιχους áξονας. Για το σκοπό αυτό, προστέθηκε στο παραπάνω script η μεταβλητή yAxisHeight που ελέγχεται από το script DraggableObject, όταν ο χρήστης σέρνει ένα αντικείμενο και το μετακινεί στον κατάλληλο áξονα.

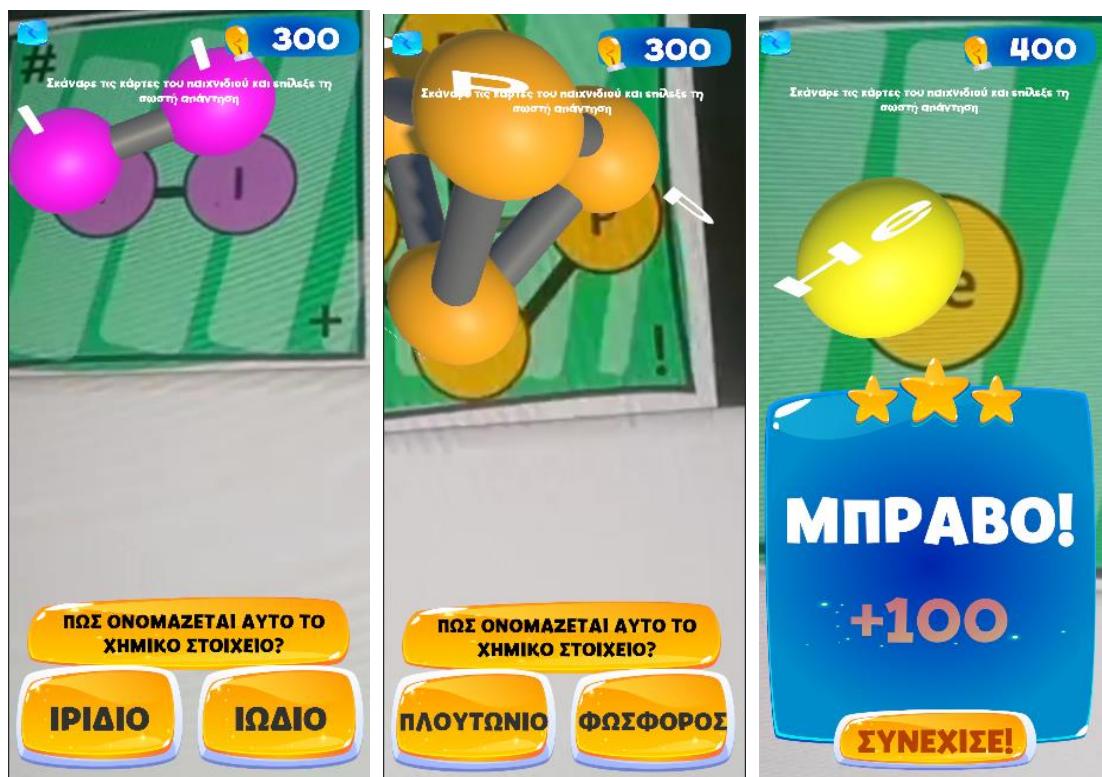
Έγιναν αρκετές δοκιμές, σε διαφορετικές συσκευές και σε διαφορετικές διαστάσεις οθονών ώστε να αποφασιστεί το κατάλληλο μέγεθος των στοιχείων διεπαφής (πχ. το πάνελ του σκορ, κουμπί εξόδου, οδηγίες κ.α.).

4.7 Τελική Εφαρμογή

Παρακάτω, παρατίθενται μερικές ενδεικτικές εικόνες από τη χρήση της εφαρμογής.

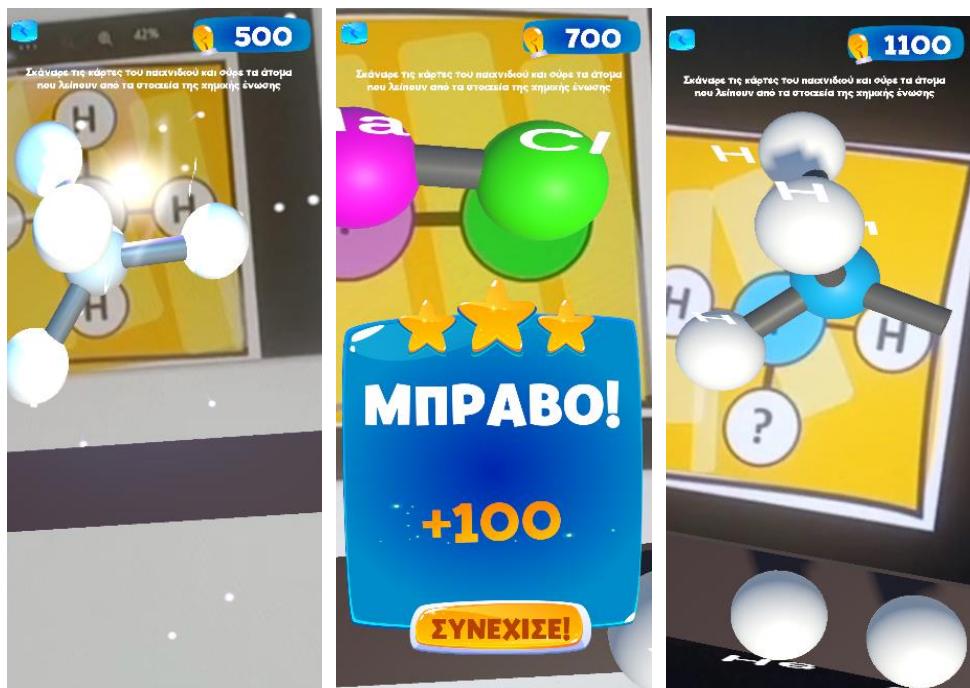


Εικόνα 4.37: Τελική μορφή αρχικού μενού

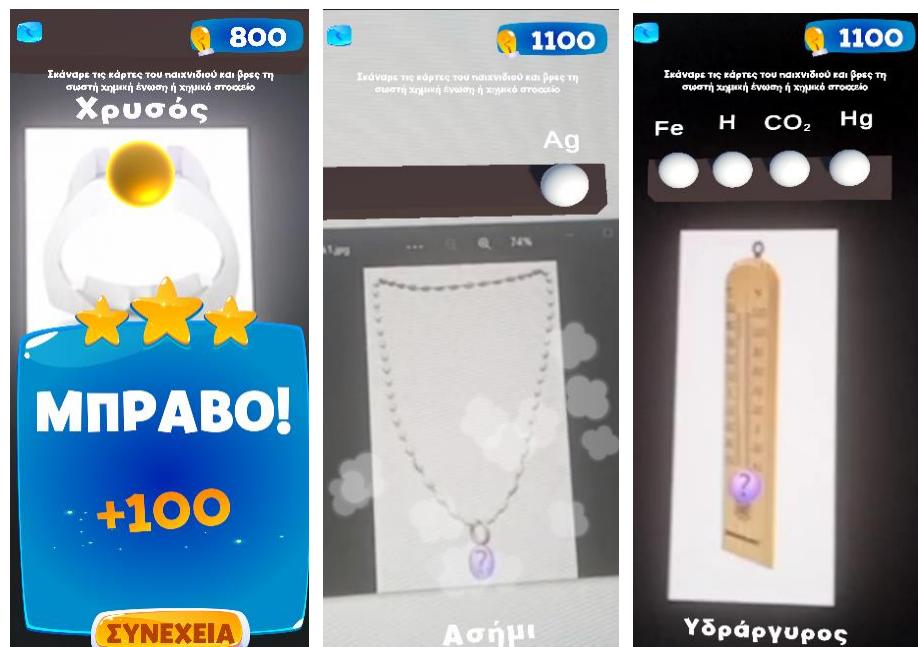


Εικόνα 4.38: Σενάριο 2

Κεφάλαιο 4



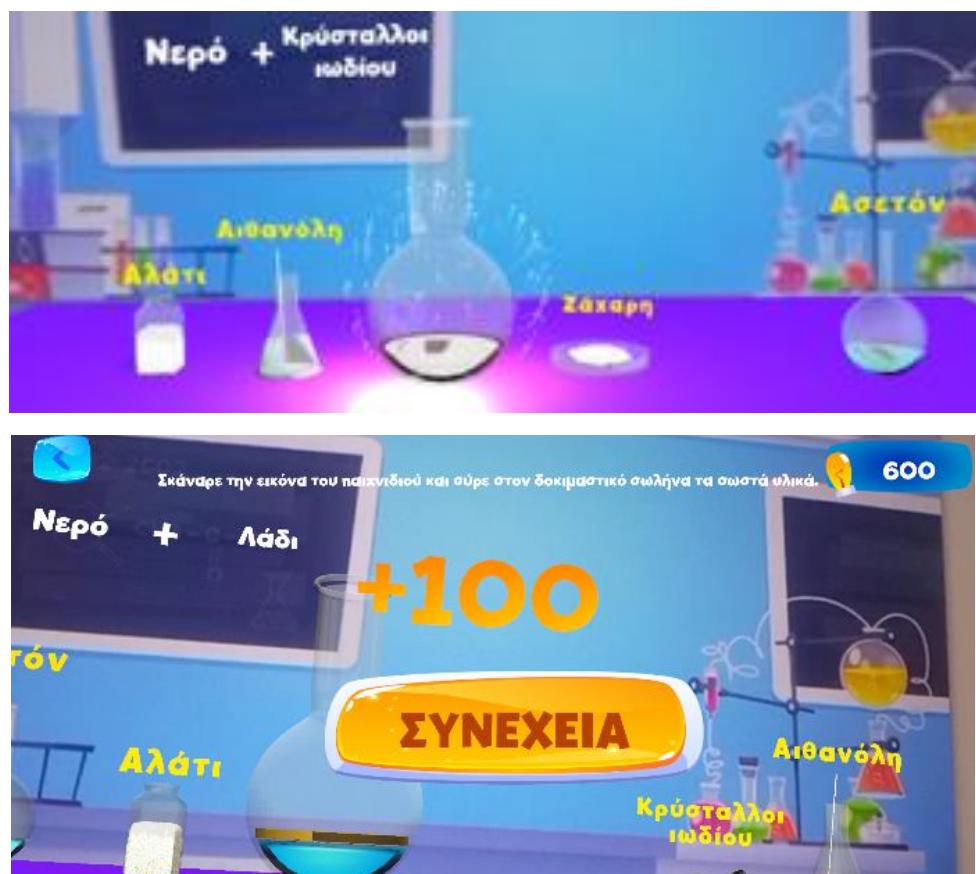
Εικόνα 4.39: Σενάριο 3



Εικόνα 4.40: Εμφάνιση 3ου σεναρίου



Εικόνα 4.41: Εμφάνιση χημικών εξισώσεων 5ου σεναρίου





Εικόνα 4.42: Εμφάνιση υλικών 4ου σεναρίου



Εικόνα 4.43: Εμφάνιση Mini Game και 6ου σεναρίου παιχνίδι

4.8 Επίλογος

Στο κεφάλαιο αυτό, έγινε εκτενής περιγραφή σχετικά με τη διαδικασία ανάπτυξης του παιχνιδιού εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιώντας τα εργαλεία Unity και Vuforia SDK. Καταγράφηκαν όλα τα στάδια, από τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη της εφαρμογής μέχρι την εκτέλεση του τελικού APK για τη χρήση σε κινητές συσκευές. Η διαδικασία ήταν εξαιρετικά ενδιαφέρουσα και χωρίς αμφιβολία επιτρέπει την δημιουργία πρωτοποριακών εκπαιδευτικών εφαρμογών. Κατά την διάρκεια της διαδικασίας ανάπτυξης, προέκυψαν ορισμένα εμπόδια που σχετίζονται με την αναγνώριση ορισμένων εικόνων από την τεχνολογία Vuforia. To Vuforia SDK, παρά τα πλεονεκτήματά του, μπορεί να αντιμετωπίσει

δυσκολίες στην αναγνώριση εικόνων σε ορισμένες περιπτώσεις, κάτι που μπορεί να προκαλέσει καθυστερήσεις στην αναγνώριση της εικόνας ή ακόμη και να μην αναγνωριστεί καθόλου. Οι πιθανοί παράγοντες που συμβάλλουν σε αυτές τις δυσκολίες περιλαμβάνουν την ποιότητα της εικόνας, την φωτεινότητα, και την απόσταση από την κάμερα. Επίσης, η παρέμβαση του χρήστη, όπως η αλλαγή της γωνίας ή η εστίαση, μπορεί να επηρεάσει την αναγνώριση. Παρά τα εμπόδια αυτά, η χρήση των εύκολων και δωρεάν εργαλείων που επιλέχθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας, συνεχίζει να αναπτύσσεται και να εξελίσσεται, προσφέροντας μεγάλες ευκαιρίες στον τομέα της εκπαίδευσης και της διδασκαλίας.

Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης

Καθ' όλη τη διάρκεια της παρούσας εργασίας, διερευνήθηκαν πολλοί τομείς και εξετάστηκαν διεξοδικά θέματα που αφορούν την επαυξημένη πραγματικότητα. Έχει εκπονηθεί ένα έργο που αναδεικνύει τις δυνατότητες της τεχνολογίας Ε.Π.. Θα πρέπει να σημειωθεί πως η ανάπτυξη ενός παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητες για κινητές συσκευές είναι μία χρονοβόρα και δύσκολη διαδικασία, όπως άλλωστε και η ανάπτυξη οποιουδήποτε λογισμικού. Η χρήση της Unity, σε συνδυασμό με το Vuforia SDK, παρείχε ορισμένα πλεονεκτήματα για τη δημιουργία της εφαρμογής στα οποία συμπεριλαμβάνονται:

- Ευκολία εκμάθησης της Unity αλλά και του SDK, καθώς υπάρχει μεγάλη κοινότητα προγραμματιστών, παραδείγματα χρήσης και documentation.
- Η ανάπτυξη συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας εκπαιδευτικού σκοπού με καθόλου ή ελάχιστο κόστος.
- Ανάπτυξη σε μικρό χρονικό διάστημα καθώς η Unity υποστηρίζει πολλές διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού και επιτρέπει να γράφουμε περίπλοκους μετασχηματισμούς, όπως η δημιουργία συστήματος Ε.Π. με πολλά στοιχεία 3D.
- Με χρήση του Vuforia SDK, μπορεί να αναπτυχθεί εφαρμογή Ε.Π. και να είναι λειτουργική σε οποιεσδήποτε φορητές συσκευές που υποστηρίζουν το Ε.Π., οπότε με αυτή τη μέθοδο, το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε εκπαιδευτικό περιβάλλον, το οποίο είναι πολύ κατάλληλο για τη βελτίωση της εκπαίδευσης χαρακτήρα.

Το παιχνίδι που αναπτύχθηκε ανταποκρίνεται στην περιέργεια των μαθητών και αναπτύσσει τη λογική για την εκμάθηση της χημείας με διαδραστικό τρόπο. Έγινε προσπάθεια ώστε η οπτική λειτουργία να διευκολύνει την αλληλεπίδραση του χρήστη και οι πληροφορίες να αφομοιώνονται χωρίς προσπάθεια. Η τελική εφαρμογή μπορεί να προκαλέσει ενδιαφέρον, και να συμβάλει στην εισαγωγή νέων τρόπων μάθησης στην διδακτική διαδικασία. Παρόλα αυτά, υπήρξαν και κάποιοι περιορισμοί που θα πρέπει να αναφερθούν. Η αναγνώριση των εικόνων βασίζεται πλήρως στο Vuforia SDK και δεν μπορεί να υπάρξει κάποια παρέμβαση σε αυτόν, πέραν της αντικατάστασης των εικόνων στη βάση. Αυτό κάποιες φορές συνεπάγεται το να χρειάζεται πολύς χρόνος για να αναγνωριστεί η εικόνα ή ακόμη και να μην αναγνωριστεί καθόλου. Συνήθως η επανεκκίνηση της εφαρμογής ή η καλύτερη εστίαση από την πλευρά του χρήστη, είναι σε θέση να λύσει το πρόβλημα. Χωρίς αμφιβολία, είναι απαραίτητη και η χρήση της εφαρμογής από μαθητές, ώστε να ληφθεί ανατροφοδότηση σχετικά με το ποια είναι η ανταπόκριση τους σε αυτό το νέο εργαλείο μάθησης. Επίσης θα ήταν ενδιαφέρουσα και η περίπτωση εξαγωγής και δοκιμής του παιχνιδιού για λειτουργικά συστήματα iOS, κάτι που όμως απαιτεί τη χρήση λειτουργικού συστήματος macOS για το compile, καθώς και συσκευής iPhone για δοκιμή.

Σε δεύτερο χρόνο θα μπορούσε να γίνει και βελτίωση των ήχων, των γραφικών στοιχείων και των animation, όπως επίσης και να προστεθεί περισσότερο περιεχόμενο στα παιχνίδια, ώστε να είναι ακόμη πιο ελκυστική για τους μαθητές η εφαρμογή και να την χρησιμοποιήσουν για περισσότερο χρονικό διάστημα. Μία ακόμη πρόταση για μελλοντική επέκταση είναι η προσθήκη λειτουργίας πολλών παικτών ή άλλων «κοινωνικών» δυνατοτήτων (πχ. επικοινωνία παικτών μέσω chat ώστε να συνεργάζονται), η οποία όμως απαιτεί περισσότερη εμπειρία και χρόνο για προγραμματισμό server και cloud. Σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό να διαδοθεί η ιδέα της χρήσης εκπαιδευτικών παιχνιδιών στην τάξη. Η εμπειρία που έχουν οι εκπαιδευτικοί από τη διδακτική τους πρακτική εκτιμάται ιδιαίτερα και θα μπορούσε να αποτελέσει πολύτιμη πηγή πληροφοριών και προτάσεων για μελλοντικές

Κεφάλαιο 5

επεκτάσεις των παιχνιδιών. Η συνέχιση αυτών των δραστηριοτήτων μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη νέας γνώσης και στην εμβάθυνση της υπάρχουσας. Άλλωστε, όπως γίνεται φανερό από τη βιβλιογραφία, τόσο η προσέγγιση που βασίζεται στο παιχνίδι, όσο και η αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας, βελτιώνουν τη διδακτική και τη μαθησιακή διαδικασία.

Συνοψίζοντας, η εργασία αυτή αναδεικνύει τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει η επαυξημένη πραγματικότητα στον τομέα της εκπαίδευσης. Οι προσπάθειες ανάπτυξης ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού Ε.Π. διαπιστώνουν τις προκλήσεις και τα πλεονεκτήματα που συνεπάγεται αυτή η διαδικασία. Ο συνδυασμός του λογισμικού Unity με το Vuforia SDK ανοίγει νέες προοπτικές για τη δημιουργία εφαρμογών Ε.Π. που ενισχύουν την εκπαιδευτική διαδικασία. Παρά τους περιορισμούς που αναφέρονται, η συγκεκριμένη προσέγγιση ανοίγει τον δρόμο για περαιτέρω βελτιώσεις και επεκτάσεις στον τομέα της εκπαίδευσης μέσω της Ε.Π.. Η ανταπόκριση των μαθητών και η ενδιαφέρον τους για την εκπαίδευση μπορεί να αυξηθεί, ενώ η συνεχής ανάπτυξη και βελτίωση των εφαρμογών Ε.Π. μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η σημασία της ανταλλαγής εμπειριών μεταξύ εκπαιδευτικών και προγραμματιστών δεν πρέπει να υποτιμηθεί. Η συνεργασία των δύο αυτών κόσμων μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία πιο αποτελεσματικών εκπαιδευτικών εφαρμογών που θα ανταποκρίνονται ακόμη καλύτερα στις ανάγκες των μαθητών. Η εκπαιδευτική κοινότητα έχει μπροστά της μια συναρπαστική πορεία προς τη βελτίωση της διδακτικής διαδικασίας μέσω της τεχνολογίας Ε.Π. και η συνεχής έρευνα και ανάπτυξη σε αυτόν τον τομέα αναμένεται να φέρει πολλά επιτυχημένα αποτελέσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] D. Furió, S. González-Gancedo, M.-C. Juan, I. Seguí, and M. Costa, “The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game,” *Computers & Education*, vol. 64, pp. 24–41, May 2013, doi: 10.1016/j.compedu.2012.12.015.
- [2] G. Sim, S. MacFarlane, and J. Read, “All work and no play: Measuring fun, usability, and learning in software for children,” *Computers & Education*, vol. 46, no. 3, pp. 235–248, Apr. 2006, doi: 10.1016/j.compedu.2005.11.021.
- [3] B. Revilla AC, “Games and Didactic Exercises to Promote Graphomotor Development in Preschool Children in Children with Intellectual Disabilities,” *Annals of Physiotherapy & Occupational Therapy*, vol. 3, no. 4, 2020, doi: 10.23880/aphot-16000180.
- [4] A. Flogie, B. Aberšek, M. Kordigel Aberšek, C. Sik Lanyi, and I. Pesek, “Development and Evaluation of Intelligent Serious Games for Children With Learning Difficulties: Observational Study,” *JMIR Serious Games*, vol. 8, no. 2, p. e13190, Apr. 2020, doi: 10.2196/13190.
- [5] D. Furió, S. González-Gancedo, M.-C. Juan, I. Seguí, and N. Rando, “Evaluation of learning outcomes using an educational iPhone game vs. traditional game,” *Computers & Education*, vol. 64, pp. 1–23, May 2013, doi: 10.1016/j.compedu.2012.12.001.
- [6] M. Zyda, “From visual simulation to virtual reality to games,” *Computer*, vol. 38, no. 9, pp. 25–32, Sep. 2005, doi: 10.1109/mc.2005.297.
- [7] C. Girard, J. Ecalle, and A. Magnan, “Serious games as new educational tools: how effective are they? A meta-analysis of recent studies,” *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 29, no. 3, pp. 207–219, Jun. 2012, doi: 10.1111/j.1365-2729.2012.00489.x.
- [8] S. Xinogalos and M. M. Tryfou, “Using Greenfoot as a Tool for Serious Games Programming Education and Development,” *International Journal of Serious Games*, vol. 8, no. 2, pp. 67–86, Jun. 2021, doi: 10.17083/ijsg.v8i2.425.
- [9] A. Baratè, M. G. Bergomi, and L. A. Ludovico, “Development of serious games for music education,” *Journal of e-Learning and Knowledge Society* 9.2, 2013.
- [10] P.-M. Noemí and S. H. Máximo, “Educational Games for Learning,” *Universal Journal of Educational Research*, vol. 2, no. 3, pp. 230–238, Mar. 2014, doi: 10.13189/ujer.2014.020305.
- [11] K. D. Voll, “The Sociality of Video Games: Embracing Games as Social Infrastructure,” *Games: Research and Practice*, vol. 1, no. 1, pp. 1–3, Mar. 2023, doi: 10.1145/3582931.
- [12] P. Lau “Effectiveness of Active Video Games in Children With Intellectual Disabilities,” *Case Medical Research*, Feb. 2020, Published, doi: 10.31525/ct1-nct04277130.

- [13] B. J. Morris, S. Croker, C. Zimmerman, D. Gill, and C. Romig, “Gaming science: the ‘Gamification’ of scientific thinking,” *Frontiers in Psychology*, vol. 4, 2013
- [14] M. Prensky, *Digital Game-Based Learning*. Paragon House, 2007.
- [15] A. L. Krassmann, É. M. H. Amaral, F. B. Nunes, G. B. Voss, and M. C. Zunguze, *Handbook of Research on Immersive Digital Games in Educational Environments*. IGI Global, 2018.
- [16] M. Papastergiou, “Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation,” *Computers & Education*, vol. 52, no. 1, pp. 1–12, Jan. 2009, doi: 10.1016/j.compedu.2008.06.004.
- [17] C. Solomonidou, “Constructivist design and evaluation of interactive educational software: a research-based approach and examples,” *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, vol. 5, no. 1, p. 6, Jan. 2009, doi: 10.12681/jode.9693.
- [18] J. Huizenga, W. Admiraal, S. Akkerman, and G. ten Dam, “Mobile game-based learning in secondary education: engagement, motivation and learning in a mobile city game,” *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 25, no. 4, pp. 332–344, Jul. 2009, doi: 10.1111/j.1365-2729.2009.00316.x.
- [19] A. Yusoff, R. Crowder, L. Gilbert, and G. Wills, “A Conceptual Framework for Serious Games,” 2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Jul. 2009, Published, doi: 10.1109/icalt.2009.19.
- [20] P. Wouters, C. van Nimwegen, H. van Oostendorp, and E. D. van der Spek, “A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games.,” *Journal of Educational Psychology*, vol. 105, no. 2, pp. 249–265, May 2013, doi: 10.1037/a0031311.
- [21] J. Oceja, D. Abián-Cubillo, and M. Torres-Trimallez, “Games for Teaching and Learning History: a Systematic Literature Review,” *European Conference on Games Based Learning*, vol. 16, no. 1, pp. 419–430, Sep. 2022, doi: 10.34190/ecgb.16.1.558.
- [22] K. Becker, “What’s the difference between gamification, serious games, educational games, and game-based learning?,” *Academia Letters*, Feb. 2021, Published, doi: 10.20935/al209.
- [23] F. Bellotti, R. Berta, and A. De Gloria, “Designing Effective Serious Games: Opportunities and Challenges for Research,” *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, vol. 5, no. SI3, p. 22, Nov. 2010, doi: 10.3991/ijet.v5s3.1500.
- [24] S. de Freitas and T. Neumann, “The use of ‘exploratory learning’ for supporting immersive learning in virtual environments,” *Computers & Education*, vol. 52, no. 2, pp. 343–352, Feb. 2009, doi: 10.1016/j.compedu.2008.09.010.

- [25] K. Kiili, “Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model,” *The Internet and Higher Education*, vol. 8, no. 1, pp. 13–24, Jan. 2005, doi: 10.1016/j.iheduc.2004.12.001.
- [26] S. Xinogalos and M. Satratzemi, “The Use of Educational Games in Programming Assignments: SQL Island as a Case Study,” *Applied Sciences*, vol. 12, no. 13, p. 6563, Jun. 2022, doi: 10.3390/app12136563.
- [27] V. Guillén-Nieto and M. Aleson-Carbonell, “Serious games and learning effectiveness: The case of It’s a Deal!,” *Computers & Education*, vol. 58, no. 1, pp. 435–448, Jan. 2012, doi: 10.1016/j.compedu.2011.07.015.
- [28] S. Kurkovsky, “Engaging students through mobile game development,” *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 41, no. 1, pp. 44–48, Mar. 2009, doi: 10.1145/1539024.1508881.
- [29] G. Koutromanos and L. Avraamidou, “The use of mobile games in formal and informal learning environments: a review of the literature,” *Educational Media International*, vol. 51, no. 1, pp. 49–65, Jan. 2014, doi: 10.1080/09523987.2014.889409.
- [30] N. M. Diah, K. M. Ehsan, and M. Ismail, “Discover Mathematics on Mobile Devices using Gaming Approach,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 8, pp. 670–677, 2010, doi: 10.1016/j.sbspro.2010.12.093.
- [31] C. O’Donnell, “Social, Casual and Mobile Games: The Changing Gaming Landscape, How Video Games Impact Players: The Pitfalls and Benefits of a Gaming Society and Knowledge Games: How Playing Games Can Solve Problems, Create Insight, and Make Change,” *New Media & Society*, vol. 20, no. 5, pp. 2091–2096, Mar. 2018, doi: 10.1177/1461444818760835.
- [32] M. N. Giannakos, “Enjoy and learn with educational games: Examining factors affecting learning performance,” *Computers & Education*, vol. 68, pp. 429–439, Oct. 2013, doi: 10.1016/j.compedu.2013.06.005.
- [33] S. Y. Cheung and K. Y. Ng, “Application of the Educational Game to Enhance Student Learning,” *Frontiers in Education*, vol. 6, Mar. 2021, doi: 10.3389/feduc.2021.623793.
- [34] A. Shi, Y. Wang, and N. Ding, “The effect of game-based immersive virtual reality learning environment on learning outcomes: designing an intrinsic integrated educational game for pre-class learning,” *Interactive Learning Environments*, vol. 30, no. 4, pp. 721–734, Oct. 2019, doi: 10.1080/10494820.2019.1681467.
- [35] S. Y. Chen and Y.-M. Chang, “The impacts of real competition and virtual competition in digital game-based learning,” *Computers in Human Behavior*, vol. 104, p. 106171, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.chb.2019.106171.
- [36] Y.-H. Lee et al., “Digital Game based Learning for Undergraduate Calculus Education,” *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, vol. 8, no. 1, pp. 13–27, Jan. 2016, doi: 10.4018/ijgcms.2016010102.

- [37] S. Papadakis and M. Kalogiannakis, “Αξιολόγηση των ελληνικών εκπαιδευτικών εφαρμογών για συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android για παιδιά προσχολικής ηλικίας,” *Preschool and Primary Education*, vol. 5, no. 2, p. 65, Oct. 2017, doi: 10.12681/ppej.11208.
- [38] N. Ζαράνης, Σ. Παπαδάκης, and M. Καλογιαννάκης, “Αξιολόγηση των εκπαιδευτικών τεχνολογιών για την Προώθηση της Υπολογιστικής Σκέψης στην Προσχολική Εκπαίδευση,” *Εκπαίδευση, Δια Βίου Μάθηση, Έρευνα και Τεχνολογική Ανάπτυξη, Καινοτομία και Οικονομία*, vol. 2, p. 77, Oct. 2019, doi: 10.12681/elrie.1585.
- [39] H. Efe and Ü. U. Topsakal, “Opinions of Pre-Service Teachers on The Use of Educational Digital Games in Science Lessons,” *Shanlax International Journal of Education*, vol. 10, no. 1, pp. 45–57, Dec. 2021, doi: 10.34293/education.v10i1.4284.
- [40] R. Fatima, A. Yasin, L. Liu, J. Wang, W. Afzal, and A. Yasin, “Sharing information online rationally: An observation of user privacy concerns and awareness using serious game,” *Journal of Information Security and Applications*, vol. 48, p. 102351, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.jisa.2019.06.007.
- [41] “Touch: swipe, tap, and beyond,” Microsoft, 2016. <http://hs.windows.microsoft.com/hhweb/content/m-en-us/p-6.2/id-986d60c2-ed24-408c-a03e-5b9924d0fc6c/>
- [42] G. Fessakis, D. Lappas, and E. Mavroudi, “Could Computer Games-based Problem Solving Positively Affect the Development of Creativity in Young Children? A Mixed Method Case Study,” *Young Children and Families in the Information Age*, pp. 207–225, Dec. 2014, doi: 10.1007/978-94-017-9184-7_12.
- [43] I. Ioannidou, *Revolutionizing Sports Science through Information Technology: IoT, Augmented and Virtual Reality Applications*, 1st ed., vol. 1. 2021.
- [44] D. Quiñones and C. Rusu, “Applying a methodology to develop user eXperience heuristics,” *Computer Standards & Interfaces*, vol. 66, p. 103345, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.csi.2019.04.004.
- [45] S. H. Han, K. J. Kim, M. H. Yun, S. W. Hong, and J. Kim, “Identifying mobile phone design features critical to user satisfaction,” *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, vol. 14, no. 1, pp. 15–29, 2003, doi: 10.1002/hfm.10051.
- [46] L. F. Zhang, D. D. Liu, and X. X. Qiao, “Research into the Interactive Design of Touch-Screen Mobile Phones’ Interface Based on the Usability,” *Advanced Materials Research*, vol. 215, pp. 56–60, Mar. 2011, doi: 10.4028/www.scientific.net/amr.215.56.
- [47] S. C. Olim and V. Nisi, “Augmented Reality Towards Facilitating Abstract Concepts Learning,” *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 188–204, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-65736-9_17.

- [48] M. Zafeiropoulou, C. Volioti, E. Keramopoulos, and T. Sapounidis, “Developing Physics Experiments Using Augmented Reality Game-Based Learning Approach: A Pilot Study in Primary School,” *Computers*, vol. 10, no. 10, p. 126, Oct. 2021, doi: 10.3390/computers10100126.
- [49] P. Stobiecki, “Augmented reality – challenges and threats,” *Ekonomiczne Problemy Usług*, vol. 131, pp. 197–205, 2018, doi: 10.18276/epu.2018.131/2-19.
- [50] IranAvada, “Augmented reality in chemical structures and learning chemistry,” *Scientific illustration | Inmywork*. <https://inmywork.com/augmented-reality-in-chemical-structures-and-learning-chemistry/>
- [51] I. Ioannidou, N. Sissamperi, and D. Koliopoulos, “An immersive learning environment on the introduction of power generation systems for pre-service teachers of early childhood education,” *Mediterranean Journal of Education*, vol. 3, no. 2, pp. 119–129, 2023, doi: 10.26220/mje.4511.
- [52] H. Mishra, A. Kumar, M. Sharma, M. Singh, R. Sharma, and A. Ambikapathy, “Application of Augmented Reality in the field of Virtual Labs,” 2021 International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE), Mar. 2021, Published, doi: 10.1109/icacite51222.2021.9404705.
- [53] R. Edmonds and S. Smith, “From playing to designing: Enhancing educational experiences with location-based mobile learning games,” *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 33, no. 6, Nov. 2017, doi: 10.14742/ajet.3583.
- [54] “States of Matter,” PhET. <https://phet.colorado.edu/en/simulations/states-of-matter>
- [55] M. Aljezawi and M. Albashtawy, “Quiz game teaching format versus didactic lectures,” *British Journal of Nursing*, vol. 24, no. 2, pp. 86–92, Jan. 2015, doi: 10.12968/bjon.2015.24.2.86.
- [56] “Chemistry Quiz - Game,” Chedot Games. <https://chedot-games.com/gu/games/chemistry-quiz-game-48714/>
- [57] C. Cole, R. H. Parada, and E. Mackenzie, “Why and How to Define Educational Video Games?,” *Games and Culture*, Jun. 2023, Published, doi: 10.1177/15554120231183495.
- [58] A. Mossel, C. Schönauer, G. Gerstweiler, and H. Kaufmann, “ARTiFICe - Augmented Reality Framework for Distributed Collaboration,” *International Journal of Virtual Reality*, vol. 11, no. 3, pp. 1–7, Jan. 2012, doi: 10.20870/ijvr.2012.11.3.2845.
- [59] N. Ahmed and M. Lataifeh, “Impact and analysis of a collaborative augmented reality educational environment,” *Journal of Computers in Education*, vol. 6, no. 3, pp. 295–325, Nov. 2019, doi: 10.1007/s40692-019-00149-5.
- [60] H. Mayilyan, “Augmented Reality in Education, E.PI. Globe Project Assessment in Actual Teaching-Learning Environment | Mayilyan | International Journal of Learning, Teaching and Educational Research,” *Augmented Reality in Education, E.PI. Globe Project Assessment in Actual*

- [61] C. Udeozor, P. Chan, F. R. Abegão, and J. Glassey, “Game-based assessment framework for virtual reality, augmented reality and digital game-based learning - International Journal of Educational Technology in Higher Education,” SpringerOpen, Jun. 23, 2023. <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-023-00405-6>
- [62] A. Marto and A. Gonçalves, “Augmented Reality Games and Presence: A Systematic Review,” MDPI, Mar. 29, 2022. <https://www.mdpi.com/2313-433X/8/4/91>
- [63] K.C. Hao and L.C. Lee, “The development and evaluation of an educational game integrating augmented reality, ARCS model, and types of games for English experiment learning: an analysis of learning,” Interactive Learning Environments, vol. 29, no. 7, pp. 1101–1114, May 2019, doi: 10.1080/10494820.2019.1619590.
- [64] Y. Hung, C. H. Chen, and S. W. Huang, (2017) “Applying augmented reality to enhance learning: a study of different teaching materials”, Journal of Computer Assisted Learning, Vol 33, No 3, pp. 252-266.
- [65] I., Radu, B. Macintyre, and Lourenco, S. (2016) “Comparing children’s crosshair and finger interactions in handheld augmented reality: Relationships between usability and child development”, Proceedings of IDC 2016 - The 15th International Conference on Interaction Design and Children, pp. 288–298
- [66] C. Volioti et al., “Augmented reality applications for learning geography in primary education,” Applied System Innovation, vol. 5, no. 6, p. 111, 2022. doi:10.3390/asi5060111
- [67] A. Gardeli and S. Vosinakis, “ARQuest: A Tangible Augmented Reality Approach to Developing Computational Thinking Skills,” 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games), Sep. 2019, doi: 10.1109/vs-games.2019.8864603. [68] A. Estudante and N. Dietrich, “Using Augmented Reality to Stimulate Students and Diffuse Escape Game Activities to Larger Audiences,” Journal of Chemical Education, vol. 97, no. 5, pp. 1368–1374, Mar. 2020, doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00933.
- [69] S. Laato, S. Rauti, A. K. M. N. Islam, and E. Sutinen, “Why playing augmented reality games feels meaningful to players? The roles of imagination and social experience,” Computers in Human Behavior, vol. 121, p. 106816, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.chb.2021.106816.
- [70] Y. Xu, “Effective Gamification Design: A Literature Review,” The SIJ Transactions on Computer Science Engineering & its Applications (CSEA), vol. 03, no. 02, pp. 06–13, Apr. 2015, doi: 10.9756/sijcsea/v3i2/03040120201.
- [71] D. Johnson and J. Wiles, “Effective affective user interface design in games,” Ergonomics, vol. 46, no. 13–14, pp. 1332–1345, Oct. 2003, doi: 10.1080/00140130310001610865.

- [72] I. Radu, “Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis,” Personal and Ubiquitous Computing, vol. 18, no. 6, pp. 1533–1543, Jan. 2014, doi: 10.1007/s00779-013-0747-y.
- [73] G. Lampropoulos, E. Keramopoulos, K. I. Diamantaras, and G. Evangelidis, “Integrating augmented reality, gamification, and serious games in computer science education,” Education Sciences, vol. 13, no. 6, p. 618, Jun. 2023, doi: 10.3390/educsci13060618.
- [74] S. Singhal, S. Bagga, P. Goyal, and V. Saxena, “Augmented Chemistry: interactive Education system,” International Journal of Computer Applications, vol. 49, no. 15, pp. 1–5, Jul. 2012, doi: 10.5120/7700-1041.
- [75] S. Cai, X. Wang, and F.-K. Chiang, “A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course,” Computers in Human Behavior, vol. 37, pp. 31–40, Aug. 2014, doi: 10.1016/j.chb.2014.04.018.
- [76] A. Fombona-Pascual, J. F. Cadavieco, and R. Vicente, “Augmented Reality, A review of a way to represent and manipulate 3D chemical structures,” Journal of Chemical Information and Modeling, vol. 62, no. 8, pp. 1863–1872, Apr. 2022, doi: 10.1021/acs.jcim.1c01255.
- [77] J. L. Salazar, R. Pacheco-Quispe, J. D. Cabeza, M. J. H. Salazar, and J. P. Cruzado, “Augmented reality for solar system learning,” *Proceedings of the IEEE ANDESCON*, Oct. 2020, doi: 10.1109/andescon50619.2020.9272008.
- [78] D. Yegorina, I. Armstrong, A. Kravtsov, K. R. Merges, and C. Danhoff, “Multi-user geometry and geography augmented reality applications for collaborative and gamified STEM learning in primary school,” Review of Education, vol. 9, no. 3, Oct. 2021, doi: 10.1002/rev3.3319.
- [79] D. Roopa, R. S. Prabha, and G. A. Senthil, “Revolutionizing education system with interactive augmented reality for quality education,” Materials Today: Proceedings, vol. 46, pp. 3860–3863, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.02.294.
- [80] W. Hürst and K. Vriens, “Multimodal feedback for finger-based interaction in mobile augmented reality,” 18th ACM International Conference, Oct. 2016, doi: 10.1145/2993148.2993163.
- [81] R. Van Krevelen and R. Poelman, “A survey of augmented reality technologies, applications and limitations,” International Journal of Virtual Realit, vol. 9, no. 2, pp. 1–20, Jan. 2010, doi: 10.20870/ijvr.2010.9.2.2767.
- [82] W. Piekarski and B. H. Thomas, “Interactive augmented reality techniques for construction at a distance of 3D geometry,” Proceedings of the Workshop on Virtual Environments, May 2000, doi: 10.1145/769953.769956.
- [83] M. C. T. Dieck and T. Jung, “A theoretical model of mobile augmented reality acceptance in urban heritage tourism,” Current Issues in Tourism, vol. 21, no. 2, pp. 154–174, Jul. 2015, doi: 10.1080/13683500.2015.1070801.

- [84] J. Xiao, M. Cao, X. Li, and P. Hansen, “Assessing the effectiveness of the augmented reality courseware for starry Sky exploration,” International Journal of Distance Education Technologies, vol. 18, no. 1, pp. 19–35, Jan. 2020, doi: 10.4018/ijdet.2020010102.
- [85] C. S. C. Dalim, H. Kolivand, H. R. Kadhim, M. S. Sunar, and M. Billinghamurst, “Factors influencing the acceptance of augmented reality in Education: A review of the literature,” Journal of Computer Science, vol. 13, no. 11, pp. 581–589, Nov. 2017, doi: 10.3844/jcssp.2017.581.589.
- [86] H. K. Wu, S. W. Y. Lee, H.-Y. Chang, and J. C. Liang, “Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education,” Computers & Education, vol. 62, pp. 41–49, Mar. 2013, doi: 10.1016/j.compedu.2012.10.024.
- [87] C. Roda and J. M. Thomas, “Attention aware systems: Theories, applications, and research agenda,” Computers in Human Behavior, vol. 22, no. 4, pp. 557–587, Jul. 2006, doi: 10.1016/j.chb.2005.12.005.
- [88] A. Theodoropoulos and G. Lepouras, “Augmented Reality and programming education: A systematic review,” International Journal of Child-Computer Interaction, vol. 30, p. 100335, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.ijCCI.2021.100335.
- [89] Y. Chen, D. Zhou, Y. Wei, and J. Yu, “Application of Augmented Reality for Early Childhood English Teaching,” 7 International Symposium on Educational Technology, Jun. 2017, doi: 10.1109/iset.2017.34.
- [90] F. Herpich, R. Guarese, A. Cassola, and L. M. R. Tarouco, “Mobile Augmented Reality Impact in Student Engagement: an Analysis of the Focused Attention Dimension,” International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, Dec. 2018, doi: 10.1109/csci46756.2018.00114.
- [91] F. Herpich, F. B. Nunes, G. Petri, and L. M. R. Tarouco, “How mobile augmented reality is Applied in Education? A Systematic Literature review,” Creative Education, vol. 10, no. 07, pp. 1589–1627, Jan. 2019, doi: 10.4236/ce.2019.107115.
- [91] J. Chow, H. Feng, R. Amor, and B. C. Wünsche, “Music education using augmented reality with a head mounted display,” Australasian User Interface Conference, pp. 73–79, Jan. 2013, [Online]. Available: <https://crpit.com/confpapers/CRPITV139Chow.pdf>
- [92] Z. Turan, E. Meral, and İ. F. Şahin, “The impact of mobile augmented reality in geography education: achievements, cognitive loads and views of university students,” Journal of Geography in Higher Education, vol. 42, no. 3, pp. 427–441, Mar. 2018, doi: 10.1080/03098265.2018.1455174.
- [93] M. Kiourexidou et al., “Augmented Reality for the Study of Human Heart Anatomy,” International Journal of Electronics Communication and Computer Engineering, vol. 6, Jan. 2015, [Online]. Available: <http://ikee.lib.auth.gr/record/280489>
- [94] A. Aschauer, I. Reisner-Kollmann, and J. Wolfartsberger, “Creating an Open-Source Augmented Reality Remote support Tool for industry: Challenges and learnings,” Procedia Computer Science, vol. 180, pp. 269–279, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.164.

- [95] A. J. Williams and H. E. Pence, “Smart phones, a powerful tool in the chemistry classroom,” *Journal of Chemical Education*, vol. 88, no. 6, pp. 683–686, Apr. 2011, doi: 10.1021/ed200029p.
- [96] E. Barba, Y. Xu, B. MacIntyre, and T. Tseng, “Lessons from a class on handheld augmented reality game design,” *Proceedings of the 4th International Conference on Foundations of Digital Games*, Apr. 2009, doi: 10.1145/1536513.1536525.
- [97] Y. J. Dori and I. Sasson, “Chemical understanding and graphing skills in an honors case-based computerized chemistry laboratory environment: The value of bidirectional visual and textual representations,” *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 45, no. 2, pp. 219–250, Jan. 2008, doi: 10.1002/tea.20197.
- [98] M. Akçayır, G. Akçayır, H. M. Pektaş, and M. A. Ocak, “Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students’ laboratory skills and attitudes toward science laboratories,” *Computers in Human Behavior*, vol. 57, pp. 334–342, Apr. 2016, doi: 10.1016/j.chb.2015.12.054.
- [99] S. Y. Chen and S. Y. Liu, “Using augmented reality to experiment with elements in a chemistry course,” *Computers in Human Behavior*, vol. 111, p. 106418, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.chb.2020.106418.
- [100] N. Rusmana, A. Hafina, and I. Saripah, “The effectiveness of implementing an experience-based counseling model in reducing the tendency of students towards bullying behavior,” in *The Asian Education Symposium*, 2017. doi: 10.1201/9781315166575-56.
- [101] M. Arztmann, J. L. Domínguez Alfaro, J. Blattgerste, J. Jeuring, and P. Van Puyvelde, “Marie’s ChemLab: A Mobile Augmented Reality Game to Teach Basic Chemistry to Children,” *European Conference on Games Based Learning*, vol. 16, no. 1, pp. 65–72, Sep. 2022, doi: 10.34190/ecgbl.16.1.518.
- [102] Vuforia, “Optimizing Model Target Tracking”. [Online]. Available: <https://library.vuforia.com/model-targets/optimizing-model-target-tracking>
- [103] Ιστότοπος 1ου Γυμνασίου Ηγουμενίτσας, “ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ Β ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ”. [Online]. Available: <https://1gym-igoumenitsas.weebly.com>
- [104] Vuforia, “Getting Started with Vuforia Engine in Unity”. [Online]. Available: <https://library.vuforia.com/getting-started/getting-started-vuforia-engine-unity>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΚΩΔΙΚΑΣ (C# SCRIPTS)

Countdown.cs

```
using System.Collections;
using TMPro;
using UnityEngine;
public class Countdown : MonoBehaviour
{
    public TMP_Text countdownText;
    private float countdownTime = 30f;
    private bool isCounting = false;
    public GameObject winPanel;
    private void Start()
    {
        winPanel = GameObject.Find("WinPanel");
        winPanel.SetActive(false);
        StartCountdown();
    }
    private void StartCountdown()
    {
        isCounting = true;
        StartCoroutine(CountdownTimer());
    }
    private IEnumerator CountdownTimer()
    {
        while (countdownTime > 0f)
        {
            if (isCounting)
            {
                countdownText.text = Mathf.CeilToInt(countdownTime).ToString();
                countdownTime -= Time.deltaTime;
            }

            yield return null;
        }
        winPanel.SetActive(true);
        countdownText.text = "0";
    }
    public void ToggleCountdown(bool pause)
    {
        isCounting = !pause;
    }
}
```

DraggableObject.cs

```
using UnityEngine;
public class DraggableObject : MonoBehaviour
{
    private Vector3 offset;
    private bool isDragging = false;
    public ForceLandscape axisManager = null;
    private void Start()
    {
        axisManager = GameObject.Find("GameManager").GetComponent<ForceLandscape>();
    }
    private void OnMouseDown()
    {
        offset = gameObject.transform.position - GetWorldPositionOnPlane(Input.mousePosition);
        isDragging = true;
    }
    private void OnMouseUp()
    {
        isDragging = false;
    }
    private void Update()
    {
        if (isDragging)
        {
```

```
Vector3 newPosition = GetWorldPositionOnPlane(Input.mousePosition) + offset;
if (axisManager != null)
{
    if (axisManager.yAxisHeight)
    {
        newPosition.y = transform.position.y;
    }
    else
    {
        newPosition.z = transform.position.z;
    }
    transform.position = newPosition;
}
private Vector3 GetWorldPositionOnPlane(Vector3 screenPosition)
{
    Ray ray = Camera.main.ScreenPointToRay(screenPosition);
    RaycastHit hit;
    if (Physics.Raycast(ray, out hit))
    {
        return hit.point;
    }
    return Vector3.zero;
}
```

ForceLandscape.cs

```
using UnityEngine;
public class ForceLandscape : MonoBehaviour
{
    public bool landscape = false;
    public bool yAxisHeight = false;
    void Start()
    {
        if (landscape)
        {
            Screen.orientation = ScreenOrientation.LandscapeLeft;
        }
        else
        {
            Screen.orientation = ScreenOrientation.Portrait;
        }
    }
}
```

Game1Manager.cs

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
using UnityEngine.UI;
public class Game1Manager : MonoBehaviour
{
    public GameObject box1;
    public GameObject box2;
    public GameObject InstructionPanel;
    public GameObject winPanel;
    private Transform answerParentTransform;
    public string miniGame;
    public int correctAnswers = 0;

    void Start()
    {
        winPanel.SetActive(false);
        HideAnswerPanels();
    }
    public void CorrectClicked()
    {

        gameObject.GetComponent< AudioSource >().Play();

        if (correctAnswers == 2)
        {
            correctAnswers = 0;
            SceneManager.LoadScene(miniGame);
            return;
        }
        else
        {
            PlayerScoreManager.Instance.AddScore(100);
            HideAnswerPanels();
            winPanel.SetActive(true);
        }
    }
    public void ShowAnswerPanels()
    {
        ChangeAnswerOrder();
        box1.SetActive(true);
        box2.SetActive(true);
        InstructionPanel.SetActive(true);

    }
    public void HideAnswerPanels()
    {

        box1.SetActive(false);
        box2.SetActive(false);
        InstructionPanel.SetActive(false);
    }
}
```

```
        }
    public void IncreaseObjectsScanned()
    {
        correctAnswers++;
    }
    private void ChangeAnswerOrder()
    {
        int randomValue = Random.Range(0, 2);
        Debug.Log(randomValue);
        answerParentTransform = box1.transform.parent;
        answerParentTransform.GetComponent<HorizontalLayoutGroup>().reverseArrangement = randomValue ==
0 ? false : true;
    }
}
```

Game2Manager.cs

```
using System.Collections;
using UnityEngine;
public class Game2Manager : MonoBehaviour
{
    public GameObject winPanel;
    public int objectsScanned = 0;
    public AudioClip correct;
    public AudioClip wrong;
    public GameObject correctParticles;
    public GameObject wrongParticles;
    public GameObject completeParticles;
    void Start()
    {
        winPanel.SetActive(false);
    }
    public void CorrectSelection()
    {
        gameObject.GetComponent< AudioSource >().PlayOneShot(correct);
    }
    public void WrongSelection()
    {
        gameObject.GetComponent< AudioSource >().PlayOneShot(wrong);
    }
    public void CompletedCompound()
    {
        objectsScanned++;
        PlayerScoreManager.Instance.AddScore(100);
        StartCoroutine("ShowWinPanel");
    }
    private IEnumerator ShowWinPanel()
    {
        yield return new WaitForSeconds(1f);
        winPanel.SetActive(true);
    }
}
```

MiniGameManager.cs

```
using TMPro;
using UnityEngine;
public class MiniGameManager : MonoBehaviour
{
    public string correctObjectName;
    public GameObject[] objectPrefabs;
    public GameObject InstructionsPanel;
    public int score = 0;
    public string instructionText = "Μάζεψε όλα τα μόρια \n";
    Ray ray;
    RaycastHit hit;
    public void Start()
    {
        correctObjectName = objectPrefabs[Random.Range(0, objectPrefabs.Length)].name;
        SetInstructions();
```

```

        }
        private void SetInstructions()
        {
            InstructionsPanel.GetComponent<TMP_Text>().text = instructionText + correctObjectName;
        }
        void Update()
        {
            ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
            if (Physics.Raycast(ray, out hit))
            {
                if (Input.GetMouseButtonUp(0))
                {
                    GameObject clickedObject = hit.collider.transform.parent.gameObject;
                    if (clickedObject.name == correctObjectName)
                    {
                        gameObject.GetComponent< AudioSource >().Play();
                        score += 20;
                        PlayerScoreManager.Instance.AddScore(20);
                        clickedObject.GetComponent< ObjectClicked >().CorrectClick();
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

MoveObject.cs

```

using UnityEngine;
public class MoveObject : MonoBehaviour
{
    public float speed = 2.0f;
    public float topPosition = 1.0f;
    private Vector3 startPosition;
    private Vector3 endPosition;
    private void Start()
    {
        startPosition = transform.position;
        endPosition = new Vector3(startPosition.x, topPosition, startPosition.z);
    }
    private void Update()
    {
        float step = speed * Time.deltaTime;
        transform.position = Vector3.MoveTowards(transform.position, endPosition, step);
        if (transform.position == endPosition)
        {
            transform.position = startPosition;
        }
    }
}

```

ObjectClicked.cs

```

using UnityEngine;
public class ObjectClicked : MonoBehaviour
{
    public MiniGameManager MiniGameManager;
    private void Start()
    {
        MiniGameManager = GameObject.Find("MiniGameManager").GetComponent< MiniGameManager >();
    }
}

```

```
public void CorrectClick()
{
    if (gameObject != null)
    {
        Destroy(gameObject);
    }
}
```

ObjectNameCheck.cs

```
using UnityEngine;
public class ObjectNameCheck : MonoBehaviour
{
    public GameObject[] objects;
    private int completeddrags;
    public Game2Manager Game2Manager;
    public int objectsMax = 2;
    private int objectsAdded = 0;
    public bool hidingIngredient;
    public GameObject gasParticle;
    private void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        foreach (GameObject obj in objects)
        {
            if (obj.name == other.gameObject.name)
            {
                obj.SetActive(true);
                Destroy(other.gameObject);
                completeddrags++;
                GameObject cp = Instantiate(Game2Manager.correctParticles, gameObject.transform);
                Game2Manager.CorrectSelection();
                Destroy(cp, 2f);
                objectsAdded++;
                if (other.gameObject.tag == "secondIngredient" || other.gameObject.tag == "gasResult")
                {
                    hidingIngredient = true;
                }
                if (objectsAdded > 1 && hidingIngredient == true)
                {
                    objects[1].gameObject.SetActive(false);
                }
                if (objectsAdded > 1 && other.gameObject.tag == "gasResult")
                {
                    objects[0].gameObject.SetActive(false);
                    GameObject particles = Instantiate(gasParticle, gameObject.transform);
                }
            }
            else
            {
                Destroy(other.gameObject);
                GameObject cp = Instantiate(Game2Manager.wrongParticles, gameObject.transform);
                Game2Manager.WrongSelection();
                if (cp != null)
                {
                    Destroy(cp, 2f);
                }
            }
        }
    }
    void Start()
    {
        Game2Manager = GameObject.Find("GameManager").GetComponent<Game2Manager>();
        foreach (GameObject obj in objects)
        {
            obj.SetActive(false);
        }
    }
    void Update()
    {
        if (completeddrags == objectsMax)
        {
            GameObject cp = Instantiate(Game2Manager.completeParticles, gameObject.transform);
            Game2Manager.CompletedCompound();
            completeddrags = 0;

            Destroy(cp, 2f);
        }
    }
}
```

ObjectNameCheck.cs

```

using TMPro;
using UnityEngine;
public class PlayerScoreManager : MonoBehaviour
{
    public static PlayerScoreManager Instance { get; private set; }
    private int playerScore = 0;
    public TMP_Text scoreText; // Reference to the TextMeshProUGUI displaying the score
    private string playerScoreKey = "PlayerScore"; // The key to save and load the player's score
    private bool isGameStart = false;
    private void Awake()
    {
        if (Instance != null && Instance != this)
        {
            if (gameObject != null)
            {
                Destroy(gameObject);
            }
            return;
        }
        if (!isGameStart)
        {
            PlayerPrefs.SetInt(playerScoreKey, 0);
            isGameStart = true;
        }
        DontDestroyOnLoad(gameObject);
    }
    private void Start()
    {
        scoreText = GameObject.Find("ScoreText").GetComponent<TMP_Text>();
        // Load the player's score from PlayerPrefs
        LoadPlayerScore();
    }
    public void AddScore(int points)
    {
        playerScore += points;
        // Save the updated player's score to PlayerPrefs
        SavePlayerScore();
    }
    private void SavePlayerScore()
    {
        PlayerPrefs.SetInt(playerScoreKey, playerScore);
        PlayerPrefs.Save();
    }
    private void LoadPlayerScore()
    {
        if (PlayerPrefs.HasKey(playerScoreKey))
        {
            playerScore = PlayerPrefs.GetInt(playerScoreKey);
        }
    }
}

```

QuizChoices.cs

```

using TMPro;
using UnityEngine;
public class QuizChoices : MonoBehaviour
{
    public string correct;
    public string wrong;
    public Game1Manager Game1Manager;
    void Start()
    {
        Game1Manager = GameObject.Find("GameManager").GetComponent<Game1Manager>();
    }
    public void SetAnswers()
    {
        Game1Manager.ShowAnswerPanels();
        Game1Manager.box1.transform.GetChild(0).GetComponent<TMP_Text>().text = correct;
        Game1Manager.box2.transform.GetChild(0).GetComponent<TMP_Text>().text = wrong;
        Debug.Log("SetAnswers set");
    }
}

```

SceneLoader.cs

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
public class SceneLoader : MonoBehaviour
{
    public string sceneName;
    public void LoadSceneByName()
    {
        SceneManager.LoadScene(sceneName);
    }
    public void Exit()
    {
        Application.Quit();
    }
}
```

Score.cs

```
using TMPro;
using UnityEngine;
public class Score : MonoBehaviour
{
    private string playerScoreKey = "PlayerScore";
    {
        gameObject.GetComponent<TMP_Text>().text = PlayerPrefs.GetInt(playerScoreKey).ToString();
    }
}
```

scoreReset.cs

```
using UnityEngine;
public class scoreReset : MonoBehaviour
{
    public void SetScoreToZero()
    {
        PlayerPrefs.SetInt("PlayerScore", 0);
    }
}
```

SelfRotation.cs

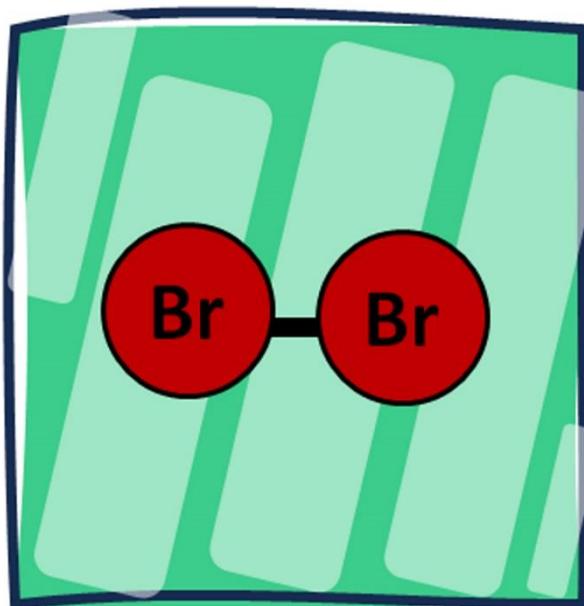
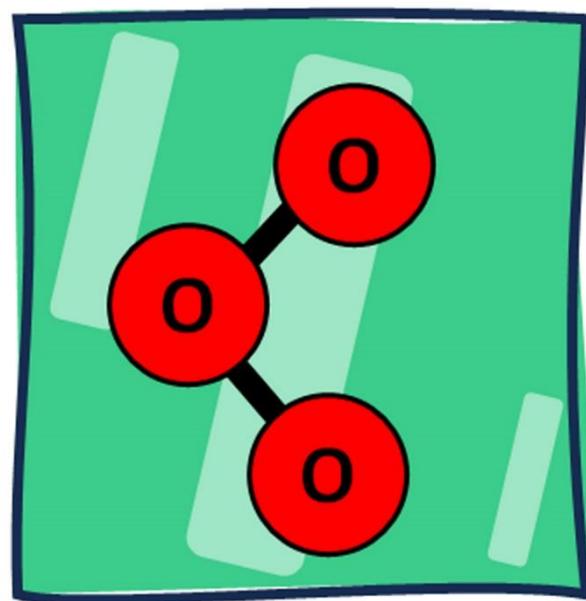
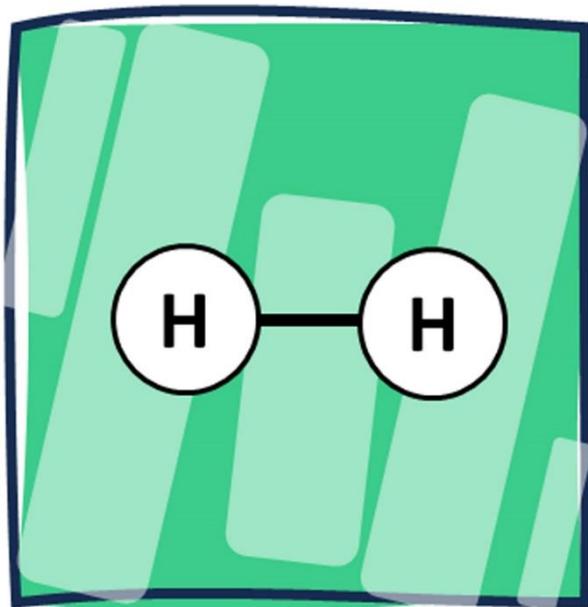
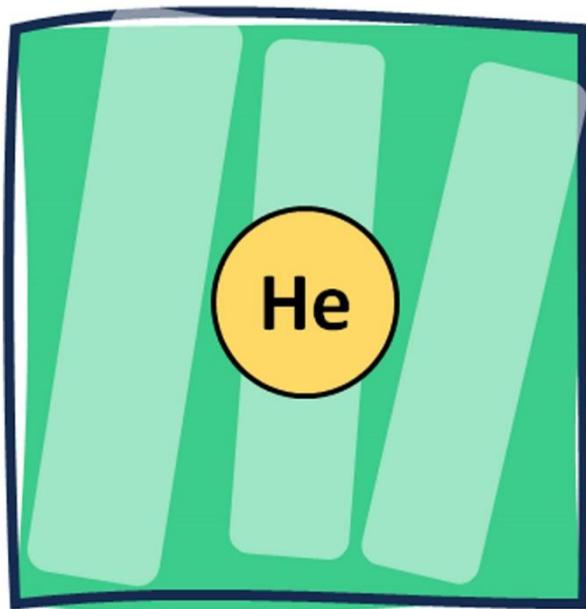
```
using UnityEngine;
public class SelfRotation : MonoBehaviour
{
    public float rotationSpeed = 50f;
    void Update()
    {
        if (gameObject != null)
        {
            transform.Rotate(Vector3.up, rotationSpeed * Time.deltaTime);
        }
    }
}
```

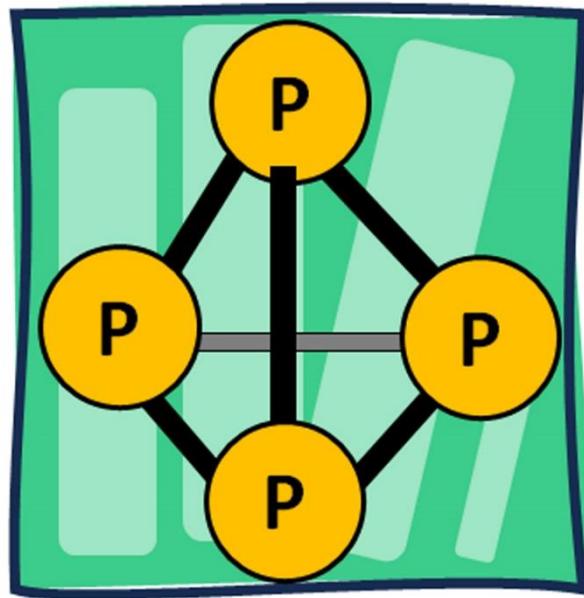
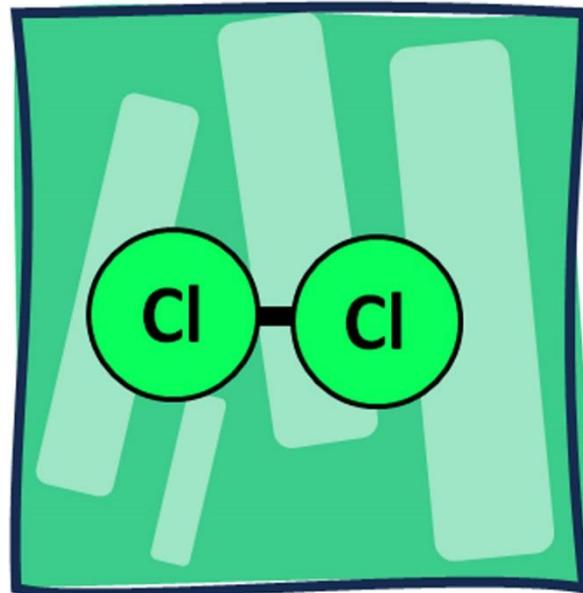
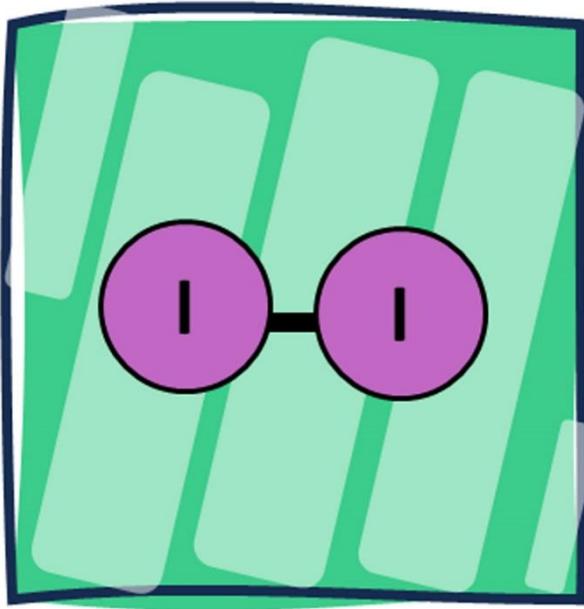
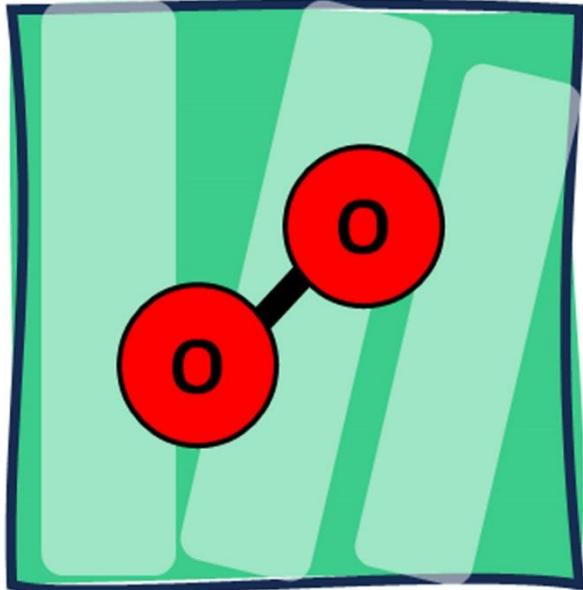
UpdateScorePanel.cs

```
using TMPro;
using UnityEngine;
public class UpdateScorePanel : MonoBehaviour
{
    public MiniGameManager MiniGameManager;
    void Start()
    {
        MiniGameManager = GameObject.Find("MiniGameManager").GetComponent<MiniGameManager>();
    }
    void Update()
    {
        gameObject.GetComponent<TMP_Text>().text = "+" + MiniGameManager.score;
    }
}
```

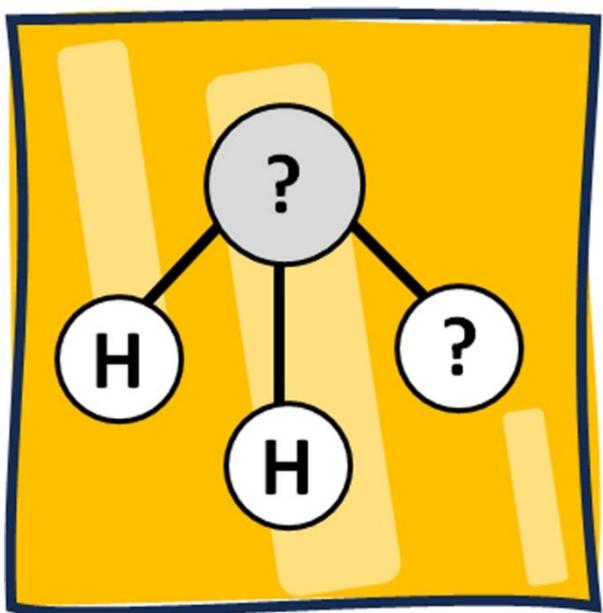
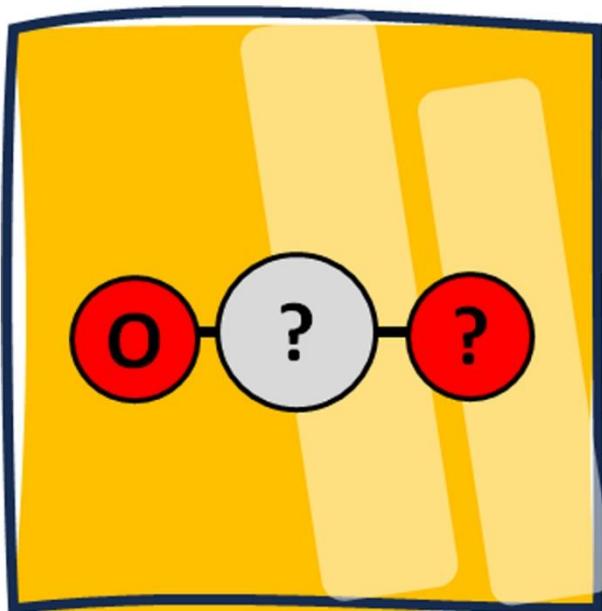
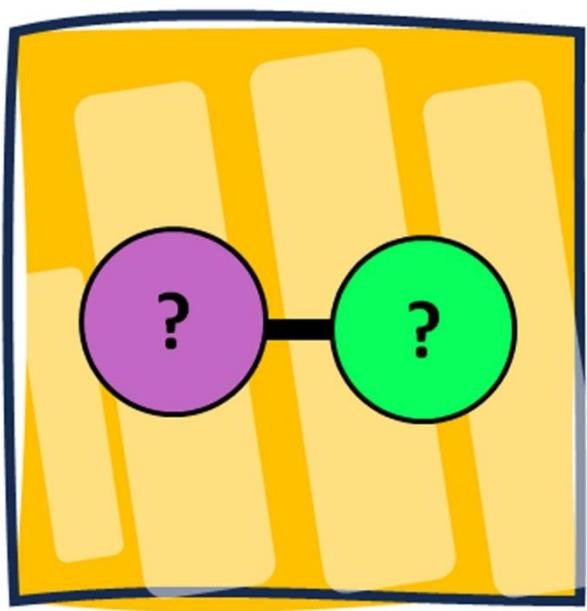
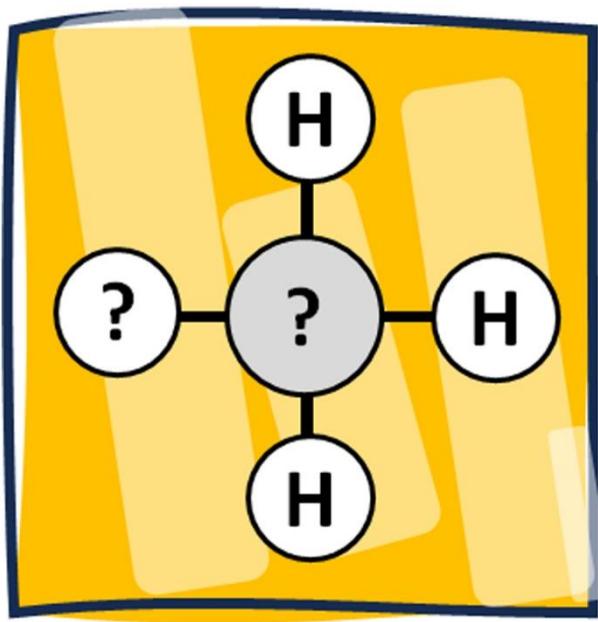

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΚΑΡΤΕΣ ΠΑΙΧΝΙΔΙΩΝ

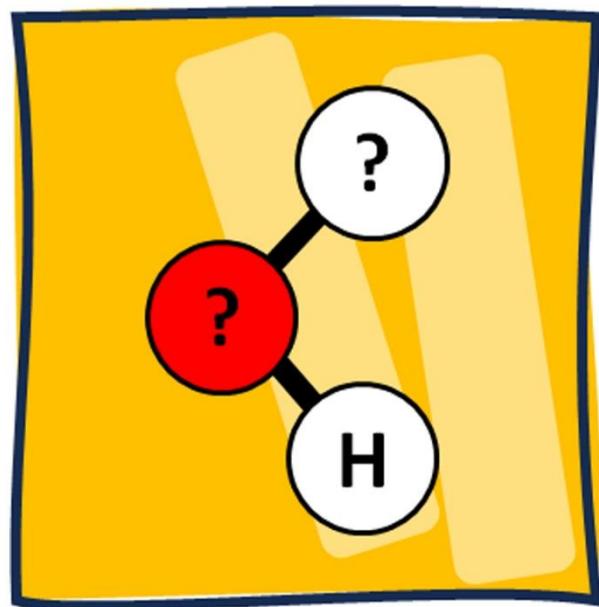
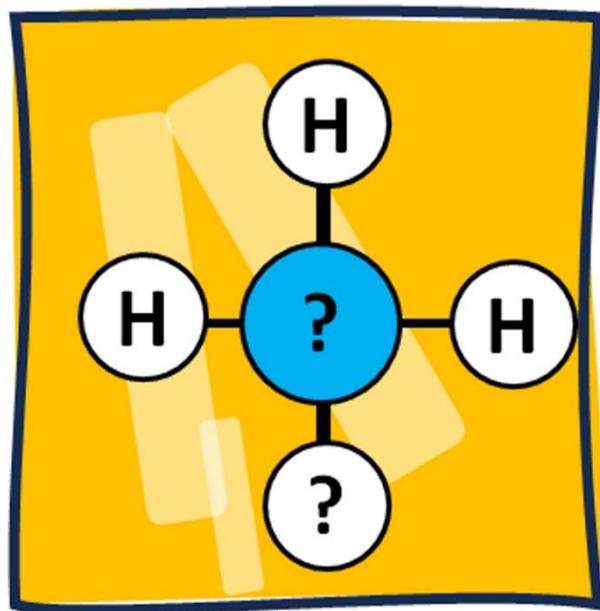
ΚΑΡΤΕΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 1





ΚΑΡΤΕΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2





ΚΑΡΤΕΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2 (ΠΙΣΩ ΟΨΗ)

Μεθάνιο

Χλωριούχο Νάτριο

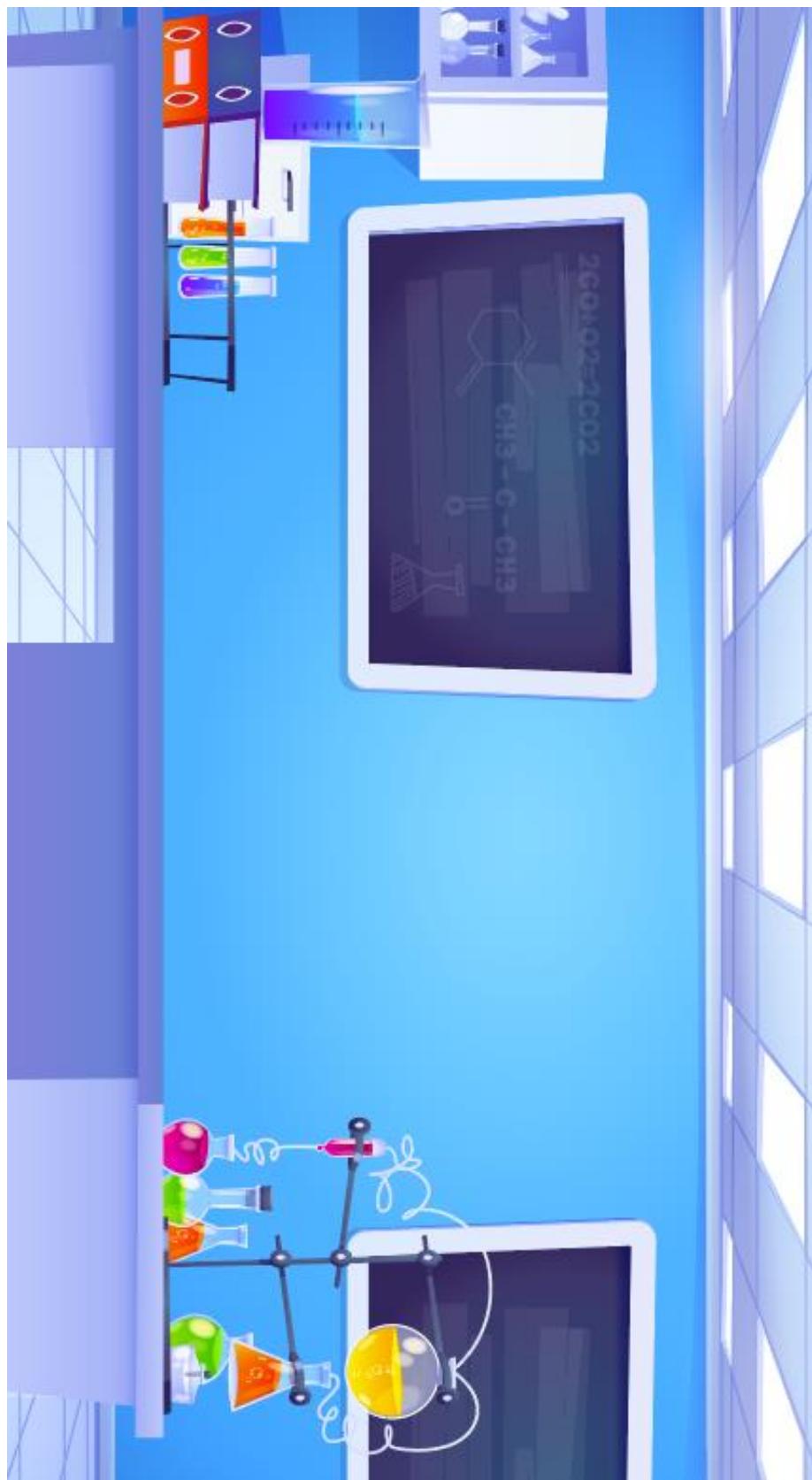
Διοξείδιο του άνθρακα

Μεθύλιο

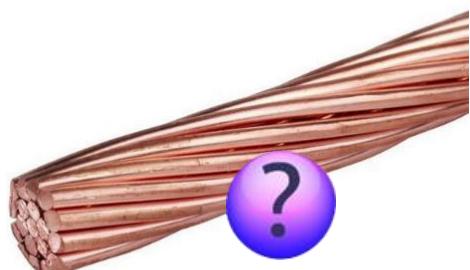
Αμμώνιο

**Υδροξείδιο του
υδρογόνου**

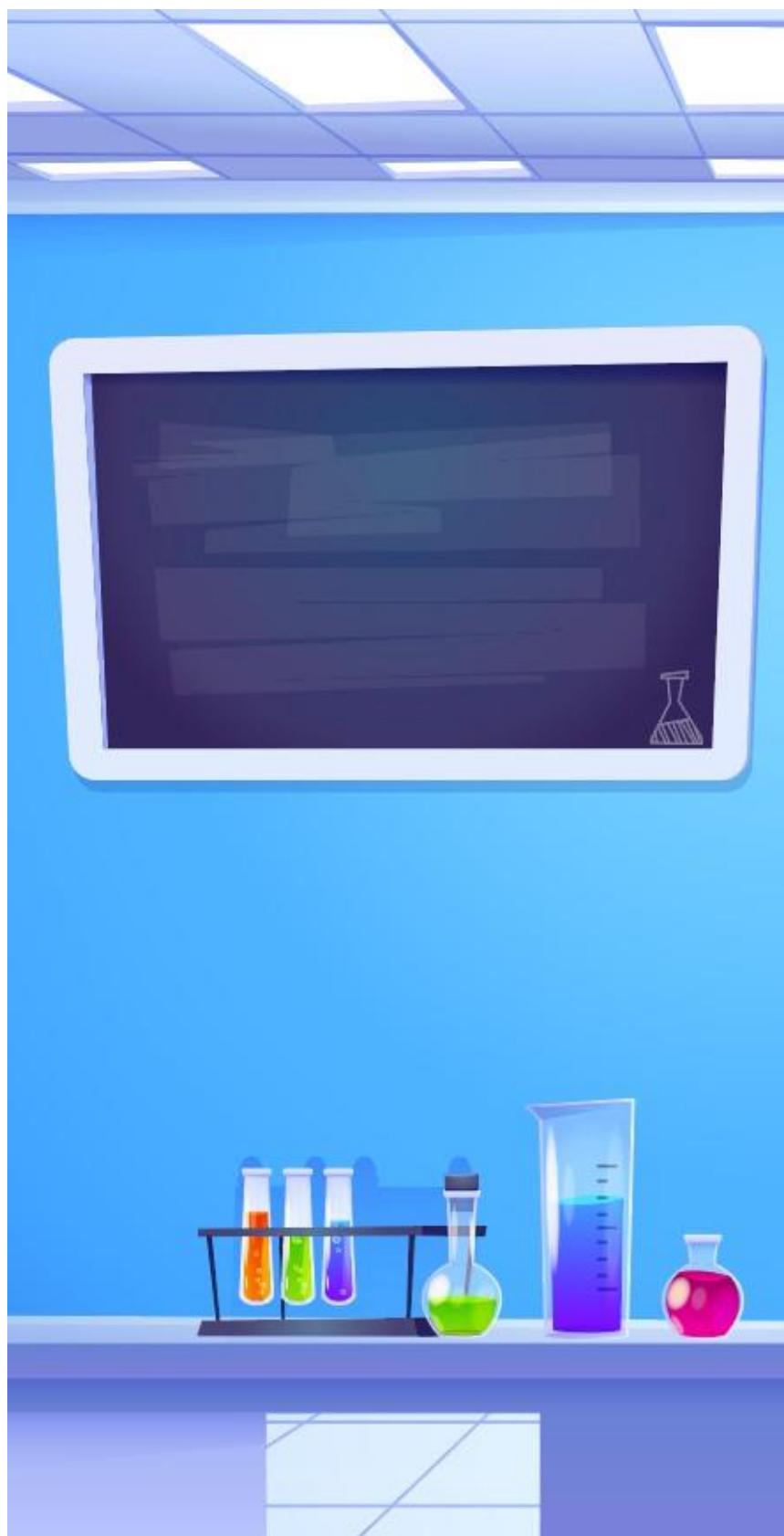
KAPTA ΣΕΝΑΡΙΟΥ 3



ΚΑΡΤΕΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 4



ΚΑΡΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 5



ΚΑΡΤΕΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 6



