



# Η ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΤΟΝ ΑΝΕΜΟ

ΦΥΛΛΟ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Δοκιμασία 1 (Challenge 1)

28<sup>th</sup> of April 2015

Country: GREECE

Team: A

- Οι εργαστηριακές ποδιές και τα προστατευτικά γυαλιά πρέπει να τα φοράτε καθόλη την παραμονή σας στο εργαστήριο.
- Τρόφιμα και ποτά απογορεύονται αυστηρά στο εργαστήριο.
- Παρέχονται γάντια μια χρήσης και πρέπει να τα φοράτε καθώς εργάζεστε με χημικές ουσίες.

- Με την ολοκλήρωση της δουλειάς σας όλα τα χαρτιά ακόμη και τα πρόχειρα πρέπει να παραδοθούν. ΤΙΠΟΤΑ δε πρέπει να βγει εκτός εργαστηρίου.
- Όλες οι απαντήσεις πρέπει να γραφτούν στο Φύλλο απαντήσεων (έγχρωμες σελίδες)
- Οι γραφικές παραστάσεις πρέπει να παραδοθούν μαζί με το Φύλλο απαντήσεων.

**Μόνο το τελικό Φύλλο απαντήσεων (έγχρωμες σελίδες) και οι γραφικές παραστάσεις θα αξιολογηθούν.**

Η Δοκιμασία 1 αποτελείται από πέντε μέρη, που μπορούν να δουλευτούν ξεχωριστά ή ως ομάδα..

Δραστηριότητα A: 90 μονάδες

Δραστηριότητα B: 92 μονάδες

Δραστηριότητα C: 92 μονάδες

Δραστηριότητα D: 06 μονάδες

Δραστηριότητα E: 24 μονάδες

Έχετε στη διάθεση σας 4 ώρες για να ολοκληρώσετε τη Δοκιμασία 1

## Η Ιστορία



Η περιοχή Klein-Virtulien βρίσκεται στο South Rim των Άλπεων, 800-1300 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Το 60% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας της περιοχής προέρχεται από την υδροηλεκτρική ενέργεια, και το υπόλοιπο 40% είναι εισαγόμενη. Προκειμένου να καλυφθεί η αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας και να μειωθεί η εξάρτηση από τις εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας, θα κατασκευασθεί ένα νέο εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η μονάδα αυτή όχι μόνο θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια, αλλά θα έχει επίσης την ικανότητα να αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια.

**Η ορεινή μορφολογία του εδάφους στην περιοχή ταιριάζει ιδανικά την κατασκευή ενός σταθμού αιολικής ενέργειας με τη δυνατότητα δύο εναλλακτικών λύσεων αποθήκευσης ενέργειας:**

- 1. Ένα κλασικός υδροηλεκτρικός σταθμός αντλιοστασίου**
- 2. Μια σύγχρονη μονάδα ηλεκτρόλυσης (Power-to-Gas, P2G)**

Πριν από την οριστική κατασκευή του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Klein-Virtulien, έχουν εγερθεί πολλές αντιρρήσεις:

- Ο κολπίσκος Virtu που θα τροφοδοτήσει το αντλιοστάσιο, είναι μία περιοχή που προσφέρει μεγάλη βιοποικιλότητα στα τρεχούμενα νερά του Klein-Virtulien. Σύμφωνα με μια τοπική περιβαλλοντική πρωτοβουλία ο κολπίσκος είναι ο τόπος που ζει (ενδιαίτημα) η ποτάμια караβίδα *Astacus astacus subsp. virtuliensis*, η οποία είναι απειλούμενο με εξαφάνιση είδος караβίδας. Τα μέλη αυτής της τοπικής περιβαλλοντικής πρωτοβουλίας ανησυχούν ότι ο νέος σταθμός παραγωγής ενέργειας θα μεταβάλλει σημαντικά το φυσικό περιβάλλον της караβίδας και συνεπώς θα οδηγήσει στον αφανισμό της. Οι υποστηρικτές του νέου σταθμού αρνούνται την ύπαρξη της ποτάμιας караβίδας *Astacus astacus subsp. virtuliensis* στην περιοχή και θεωρούν ότι αυτό που παρατηρείται είναι ένα άλλο μη προστατευόμενο είδος που απλά μοιάζει με αυτήν.
- Μια άλλη τοπική περιβαλλοντική πρωτοβουλία προωθεί το ακόλουθο επιχείρημα ενάντια στην κατασκευή του υδροηλεκτρικού σταθμού αντλιοστασίου: Κοντά στην προγραμματιζόμενη δεξαμενή αποθήκευσης νερού, βρίσκεται ένας χώρος υγειονομικής ταφής από ένα εγκαταλελειμμένο εργοστάσιο δερμάτινων ειδών. Σε περίπτωση πλημμύρας στην περιοχή υπάρχουν ανησυχίες ότι τα τοξικά απόβλητα και ειδικά το εξασθενές χρώμιο, θα μπορούσε να καταλήξει στα νερά. Προκειμένου να ελεγχθεί αυτή η πιθανότητα, τα δείγματα υγειονομικής ταφής θα πρέπει να διερευνηθούν για τον προσδιορισμό πιθανής μόλυνση από Cr (VI).

- Μια άλλη τοπική περιβαλλοντική πρωτοβουλία αντιτίθεται στην κατασκευή εργοστασίου ηλεκτρόλυσης στο Klein-Virtulien, γιατί κατά την άποψή τους, η απόδοση του συνδυασμού αιολικής ενέργειας και μονάδας ηλεκτρόλυσης (Power-to-Gas), δεν θα είναι ικανοποιητική.

Για την ευαισθητοποίηση της κοινότητας σχετικά με τις ανησυχίες για την κατασκευή του σταθμού, ιδίως μεταξύ των νέων, ένας διεθνής διαγωνισμός θα λάβει χώρα στο Klein-Virtulien.

**Εσείς, ως διαγωνιζόμενη ομάδα, καλείστε να αναλάβετε το ρόλο των αξιολογητών και να αποφανθείτε για την κατασκευή ή όχι του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής. Για να το κάνετε αυτό, θα πρέπει να διεξάγετε διάφορες έρευνες και πειράματα.**

# ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ Α

**Είναι σημαντικό να ολοκληρώσετε τις δραστηριότητες με τη σειρά που ορίζεται.**

Πριν ξεκινήσετε να δουλεύετε στα ερωτήματα 3.2 και 4, πρέπει πρώτα να έχετε απαντήσει το ερώτημα 3.1 και να το έχετε παραδώσει συμπληρωμένο στον βοηθό του εργαστηρίου → Μόνο τότε θα σας δοθεί το επιπλέον πειραματικό υλικό, ο Πίνακας «Λειτουργίες», ένα διάγραμμα που απεικονίζει τη μορφολογία της караβίδας καθώς και μια караβίδα για ταυτοποίηση/ αναγνώριση.

## Υλικά:

- Άκρα/ μέλη του σώματος της караβίδας (αριστερό ή δεξί μισό του σώματος της караβίδας)
  - Φύλλο/ σελίδα που θα δείχνει το σχήμα/ μορφή της караβίδας
  - κόλλα
  - λαβίδες
  - κουτί από πολυστερένιο
  - μεγεθυντικός φακός
  - χαρτί μιλιμετρέ
  - χάρακας
- 
- 1 караβίδα
  - Διάγραμμα που απεικονίζει τη μορφολογία της караβίδας
  - Πίνακας “Λειτουργία”/ Table “Function”

## 1. Οικολογία του είδους *Astacus astacus subsp. virtuliensis*

### Οικολογικοί όροι: βιότοπος, ενδιαίτημα, οικολογικός θώκος (οικοθέση)

Στη φύση, οι οργανισμοί δεν είναι τυχαία κατανεμημένοι; καταλαμβάνουν περιοχές που τελικώς εμφανίζουν εξειδίκευση ως προς τα είδη. Για να περιγράψουμε αυτή τη μη τυχαία κατανομή χρησιμοποιούμε όρους όπως βιότοπος, ενδιαίτημα και οικολογικός θώκος (οικοθέση).

**Βιότοπος:** Είναι μια γεωγραφικά ορισμένη περιοχή με λίγο πολύ όμοιες περιβαλλοντικές συνθήκες και χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μιας βιοκοινότητας (πολλά και διαφορετικά είδη).

**Ενδιαίτημα:** Η περιοχή με ιδιαίτερη μορφολογία ενός βιοτόπου που καταλαμβάνεται από ένα συγκεκριμένο είδος οργανισμού.

**Οικολογικός θώκος (οικοθέση):** Αντιπροσωπεύει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ

- Της μορφολογίας του ενδιαιτήματος
- Των διαθέσιμων πόρων (τροφή, φως, νερό, αλατότητα κτλ) και
- Τον τρόπο που αντιδρούν οι οργανισμοί στους διαφορετικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες

(Προσαρμογή από: Sinsch, U. ( 2004). Studienbrief 1: Konzepte der Autökologie.) Universität Koblenz-Landau.

### **Επιστημονικές πληροφορίες:**

Οι οικολογικές απαιτήσεις του είδους *Astacus astacus subsp. virtuliensis* αντιστοιχούν με αυτές του είδους *Astacus astacus*. Και τα δυο είδη ζουν αποκλειστικά σε γλυκό νερό, δημιουργούν αποικίες κατά τη διάρκεια του Καλοκαιριού σε ποταμούς και ρυάκια και σε ζεστές λίμνες και μικρότερες λιμνούκες με απότομες όχθες. Όμως, το είδος *Astacus astacus subsp. virtuliensis* προτιμά να ζει σε νερά με ελάχιστο βάθος 40 εκ. Η θερμοκρασία του νερού κατά τη διάρκεια του Καλοκαιριού πρέπει να είναι τουλάχιστον 11°C, με τη βέλτιστη θερμοκρασία να κυμαίνεται μεταξύ 19°C και 21°C. Το χειρίστο εύρος (*ressimum*= αντίθετο του βέλτιστου) παρατηρείται ότι ξεκινά στους 24°C, στους 25°C η караβίδα πεθαίνει. Το Φθινόπωρο η πτώση της θερμοκρασίας σηματοδοτεί της έναρξη της αναπαραγωγικής περιόδου.

Η βέλτιστη ποσότητα του οξυγόνου στο νερό είναι μεταξύ 6 και 12 mg/L, ενώ η ελάχιστη δυνατή ποσότητα που απαιτείται για την επιβίωση του είδους είναι 3.5 mg/L .

Προαπαιτούμενο για τη δημιουργία αποικιών από την караβίδα είναι η συγκεκριμένη διαμόρφωση της βενθικής ζώνης (πυθμένας). Απαιτείται να υπάρχουν επαρκή μέρη για να κρύβεται και να ξεκουράζεται (μεγάλοι βράχοι, ακτές με ρίζες δένδρων, σπηλιές που έχουν δημιουργηθεί από διάβρωση των ακτών). Το είδος *Astacus astacus subsp. virtuliensis* είναι νυκτόβιο και ενεργό στο ημίφως.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας αποσύρεται στις περιοχές που ξεκουράζεται. Τα νεαρά άτομα παρατηρούνται σε ρηχά νερά, όπου μπορούν να κρυφτούν ανάμεσα στα φυτά. Το είδος *Astacus astacus subsp. virtuliensis* είναι παμφάγο. Η διατροφή του περιλαμβάνει φύκη, υδρόβια φυτά, νύμφες εντόμων, μύδια, σαλιγκάρια και νεκρούς οργανισμούς. Η συλλογή της τροφής του γίνεται ενεργητικά (όχι παθητικά).

**1.1. Να αντιστοιχίσετε τα χαρακτηριστικά (αριστερή στήλη) με τη σωστή οικολογική έννοια (βιότοπος, ενδιαίτημα, οικολογικός θώκος) βάζοντας ένα V στο σωστό κουτάκι.**

⇒ Φύλλο απαντήσεων

**1.2. Δραστηριότητα (performance) του είδους *Astacus* σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία του νερού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.**

Το καλοκαίρι (αρχές Ιουνίου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου) η θερμοκρασία του νερού είναι σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη δραστηριότητα (performance) του είδους, και

επομένως την ικανότητα του *Astacus astacus subsp. virtuliensis* να ζει στο συγκεκριμένο ενδιαίτημα.

**1.2.1** Να σχεδιάσετε μια γραφική παράσταση (καμπύλη με σχήμα καμπάνας) που να δείχνει πως μεταβάλλεται η δραστηριότητα του είδους από την μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού όπως αναφέρεται στο κείμενο (ελάχιστη, βέλτιστη, μέγιστη). ⇒ χαρτί μιλιμετρέ (graph paper)

Σημείωση: Με τον όρο δραστηριότητα του είδους εννοείται ο αριθμός των ατομών (ζώων) που χρησιμοποιούν ένα βιότοπο: Η μεταβολή της δραστηριότητας μπορεί να πάρει τιμές από 0 (κανένα άτομο δεν επιζεί) μέχρι 100 (βέλτιστη χρήση του ενδιαιτήματος).

**1.2.2** Να ορίσετε στη γραφική παράσταση που σχεδιάσατε στο ερωτήμα 1.2.1 το εύρος των χαρακτηριστικών θερμοκρασιών (βέλτιστο/optimum, χειρίστο/pessimum) και τα σημεία της θερμοκρασίας (ελάχιστο, μέγιστο). Να κάνετε υπόμνημα με τα παραπάνω στοιχεία και να προσθέσετε έναν τίτλο για το γραφήμα. ⇒ γραφική παράσταση

## **2. Πιθανές επιπτώσεις/συνέπειες του αντλιοστασίου παραγωγής ενέργειας στο είδος *Astacus astacus subsp. virtuliensis***

Οι επιστήμονες βρήκαν ότι η ανέγερση ενός αντλιοστασίου παραγωγής ενέργειας μπορεί να αλλάξει κάποιους οικολογικούς παράγοντες για το *Astacus astacus subsp. virtuliensis*. Να εξετάσετε, εάν η κατασκευή του αντλιοστασίου παραγωγής ενέργειας θα επηρεάσει τον πληθυσμό του *Astacus astacus subsp. virtuliensis*, χρησιμοποιώντας τις δυο γραφικές παραστάσεις που σας δίνονται στο Φύλλο απαντήσεων με τίτλο «Μέση συγκέντρωση οξυγόνου στο ποτάμι ανά μήνα» και «Μέση θερμοκρασία στο ποτάμι ανά μήνα».

**2.1.** Να βρείτε και να σκιάσετε στις γραφικές παραστάσεις που σας δίνονται τις περιοχές στις οποίες φαίνεται ότι κάτω από τις δεδομένες συνθήκες το καλοκαίρι ο πληθυσμός της караβίδας μπορεί να οδηγηθεί σε εξαφάνιση.

**2.2.** Να σκιάσετε στις γραφικές παραστάσεις θερμοκρασίας και συγκέντρωσης του οξυγόνου την/τις ευνοϊκότερη/-ες περιοχή/-ές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

### 3. Λειτουργική μορφολογία της караβίδας

**Υπενθύμιση :** Είναι σημαντικό να ολοκληρώσετε τις δραστηριότητες με τη σειρά που ορίζεται.

Πριν ξεκινήσετε να δουλεύετε στα ερωτήματα 3.2 και 4, πρέπει πρώτα να έχετε απαντήσει το ερώτημα 3.1 και να το έχετε παραδώσει συμπληρωμένο στον βοηθό του εργαστηρίου.

**3.1** Στο σχεδιάγραμμα της караβίδας που σας δόθηκε τοποθετήστε στη σωστή σειρά όλα τα άκρα/μέλη σώματος που εξέχουν. Η караβίδα βρίσκεται σε γυάλινο δοχείο. Να επιλέξετε το κατάλληλο σχεδιάγραμμα δεξί ή αριστερό!

⇒ *crayfish handout*

**Όλα τα άκρα πρέπει να κολληθούν στο φύλο караβίδας!!**

**Υπόδειξη:** Το σχεδιάγραμμα της караβίδας δείχνει την κοιλιακή πλευρά. Κάποια άκρα είναι δύσκολο να ανγνωριστούν. Εάν δε μπορείτε να καθορίσετε την ακριβή σειρά, τοποθετήστε τα ως ομάδα. Η απόλυτα ακριβής τοποθέτηση των άκρων αποφέρει μόνο 2 βαθμούς στο σύνολο. Όταν είστε ευχαριστημένοι με τη διάταξη παραδώστε το handout της караβίδας στον βοηθό του εργαστηρίου, ο οποίος θα το φωτογραφίσει.

**3.2** Να ταιριάξετε κάθε άκρο με την κύρια λειτουργία του (ένα άκρο μπορεί να έχει και άλλες λειτουργίες αλλά μόνο τρεις λειτουργίες επιτρέπεται να σημειώσετε). → Πίνακας λειτουργίες (table function).

Σε κάθε κουτάκι πρέπει να σημειώσετε “X” για ορθή απάντηση, “0” για λανθασμένη απάντηση!!

⇒ Φύλλο απαντήσεων

Λειτουργία:

- A= Αρπαγή αντικειμένων/τροφής και χρήση για άμυνα/επίθεση
- B= Επεξεργασία/χρήση της τροφής (σπάσιμο, μάσημα, χειρισμό)
- C= Αναπαραγωγή/φροντίδα αυγών
- D= Αισθητική ικανότητα
  - D1 = χημειο-αίσθηση
  - D2 = αφή
  - D3 = ισορροπία (equilibrium)
- E=Κίνηση
  - E1 = βηματισμό
  - E2 = κολύμβηση



#### 4. Αναγνώριση της караβίδας

- Αυτή η δραστηριότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί εφόσον έχει ολοκληρωθεί η δραστηριότητα 3.1 και έχει δοθεί το σχεδιάγραμμα της караβίδας 3.1 στο βοηθό του εργαστηρίου. Μετά από αυτό θα πάρετε από τον βοηθό μια караβίδα για να την αναγνωρίσετε και μια εικόνα (Diagram) που θα δείχνει τη μορφολογία μιας караβίδας!

Χρησιμοποιήστε την κλείδα του Φύλλου απαντήσεων για να επιβεβαιώσετε αν αυτή η караβίδα ανήκει στο είδος *Astacus astacus subsp. virtuliensis*.

Υπόμνημα για την αναγνώριση της караβίδας.

<b>A</b>	Cephalothorax (Κεφαλοθώρακας)	<b>7</b>	Joint of the cheliped (Σύνδεσμος των δαγκάνων)
<b>B</b>	Tail (Ουράο)	<b>8</b>	Rostrum (Ρύγχος)
<b>1</b>	Antenna (Κεραίες)	<b>9</b>	Postorbital ridge
<b>2</b>	Anterior carapace (Πρόσθιο κέλυφος)	<b>10</b>	Spines
<b>3</b>	Posterior carapace (Οπίσθιο κέλυφος)	<b>11</b>	Cervical groove (Αυχενική φολίδα)
<b>4</b>	Abdomen (Κοιλιά)	<b>12</b>	Areola
<b>5</b>	Telson (Τέλσο)	<b>13</b>	Transverse bands across abdominal segments (Κάθετες ζώνες κατά μήκος των κοιλιακών τμημάτων)
<b>6</b>	Cheliped (Δαγκάνες)		

**4.1** Να επιλέξετε με X στην σκουρόχρωμη στήλη τις προτάσεις της κλείδας που οδηγούν στην αναγνώριση της караβίδας που σας δόθηκε.

⇒ Φύλλο απαντήσεων

#### 5. Ερωτήσεις θεωρίας

**5.1.** Ποιες από τις προτάσεις είναι σωστές, ποιες είναι λάθος; Να επιλέξετε με V την επιλογή σας.

⇒ Φύλλο

απαντήσεων

## 6. Να αξιολογήσετε την ανέγερση του αντλιοστασίου παραγωγής ενέργειας στο Klein-Virtulien

Αναφορικά με τον πληθυσμό του είδους *Astacus astacus subsp. virtuliensis* που εξετάσατε, να αξιολογήσετε εάν οι ανησυχίες των πολιτών είναι δικαιολογημένες.

Να χρησιμοποιήσετε τις πληροφορίες από την ενότητα «Η οικολογία του είδους *Astacus astacus subsp. Virtuliensis*» (1), τις γνώσεις από την ενότητα «Πιθανές επιπτώσεις/συνέπειες του αντλιοστασίου παραγωγής ενέργειας στο είδος *Astacus astacus subsp. Virtuliensis*» (2), καθώς και από τα αποτελέσματα της ενότητας «Αναγνώριση της караβίδας» (4). Να αξιολογήσετε τις επιδράσεις των εναλλακτικών μονάδων παραγωγής ενέργειας στον πληθυσμό των караβίδων.

Συνοψίστε την αξιολόγησή σας βάζοντας V στη στήλη ναι ή όχι του πίνακα.

⇒ Φύλλο απαντήσεων

# Δραστηριότητα Β

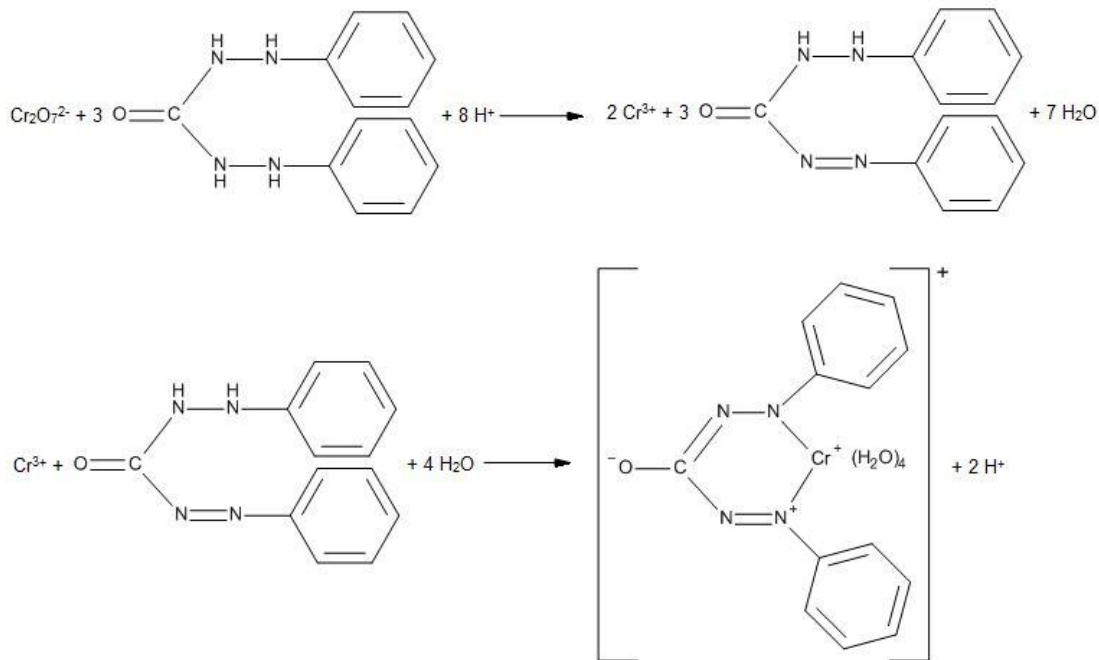
## Εισαγωγή

Κοντά στο προτεινόμενο φράγμα υπάρχει χώρος απόθεσης αποβλήτων από εγκαταλελειμμένο βυρσοδεψείο. Αυτοί που διαφωνούν με την ιδέα του φράγματος εκφράζουν ανησυχία για την πιθανή διαρροή εξασθενούς χρωμίου ( $\text{Cr(VI)}$ ) από το χώρο απόθεσης, σε περίπτωση πλημμύρας.

Οι διευθυντές του έργου λαμβάνοντας υπ' όψη τις ανησυχίες θα πάρουν δείγματα από το χώρο απόθεσης αποβλήτων για να διερευνήσουν αν η περιοχή έχει ρυπανθεί με  $\text{Cr(VI)}$ .

Ως χημικός, σας έχει ζητηθεί να εκχυλίσετε το  $\text{Cr(VI)}$  από τα δείγματα σύμφωνα με τη μέθοδο DIN 54 και να προσδιορίσετε φωτομετρικά τη συγκέντρωση του  $\text{Cr(VI)}$ . Υπολογίστε την αναμενόμενη ρύπανση από το χρώμιο και εκτιμήστε τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το  $\text{Cr(III)}$  είναι ένα απαραίτητο ιχνοστοιχείο ενώ το  $\text{Cr(VI)}$  είναι καρκινογόνο. Το χρώμιο στις ενώσεις του εμφανίζεται με αριθμό οξειδωσης +3 και +6. Το  $\text{Cr(VI)}$  είναι πολύ τοξικότερο του  $\text{Cr(III)}$  λόγω της ικανότητάς του να διαπερνά τις πλασματικές μεμβράνες. Όταν βρεθεί στο κύτταρο δρα ως ισχυρό οξειδωτικό και προκαλεί βλάβη στον οργανισμό.

Μια μέθοδος φωτομετρικής ανάλυσης του  $\text{Cr(VI)}$  βασίζεται στην αντίδραση του με το 1,5-διφαινυλοκαρβαζίδιο (DCP) σε όξινο περιβάλλον.



Σχ.1: Αντίδραση του διχρωμικού ανιόντος με DPC σε όξινο περιβάλλον

Αυτή η μέθοδος μπορεί να ανιχνεύσει πολύ μικρές ποσότητες Cr(VI). Η μέθοδος βασίζεται στη δημιουργία ενός ιώδους συμπλόκου (Σχ. 1). Η ένταση του χρώματος είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του Cr(VI). Έτσι η συγκέντρωση του Cr(VI) μπορεί να μετρηθεί σε μήκος κύματος 550 nm. Η απορρόφηση είναι συνάρτηση του μήκους κύματος και της συγκέντρωσης του δείγματος.

Σε συγκεκριμένο εύρος συγκεντρώσεων, η σχέση μεταξύ συγκέντρωσης και απορρόφησης είναι γραμμική.

Αυτή η σχέση δίνεται από το νόμο των Lambert-Beer:

$$A = a \cdot c \cdot d$$

$A$  = η απορρόφηση, όπως μετριέται με το φωτόμετρο

$a$  = ο συντελεστής μοριακής απόσβεσης της ουσίας (γνωστό και ως  $\mathcal{E}$ )

$c$  = η συγκέντρωση (mol/L)

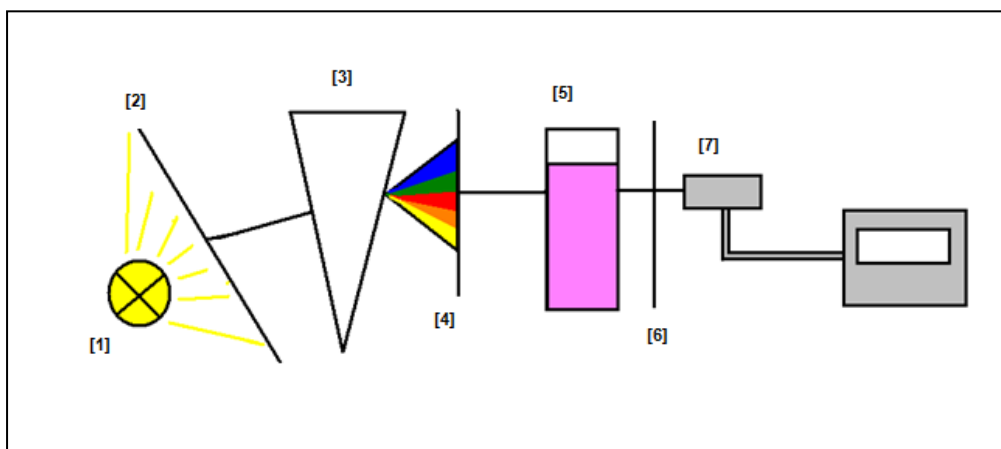
$d$  = η απόσταση που διανύει το φως μέσω του δείγματος (το πάχος της κυψελίδας)

Σε αυτή τη δραστηριότητα, το  $A$  θα μετρηθεί, το  $d$  θα βρεθεί από τη λίστα των υλικών και το  $a$  θα υπολογιστεί από την καμπύλη βαθμονόμησης. Με αυτές τις πληροφορίες μπορεί να υπολογιστεί το  $c$ .

Το φωτόμετρο που θα χρησιμοποιηθεί παρουσιάζεται στα σχήματα 2 και 3.



Σχήμα 2: Φωτόμετρο UV-1600 PC

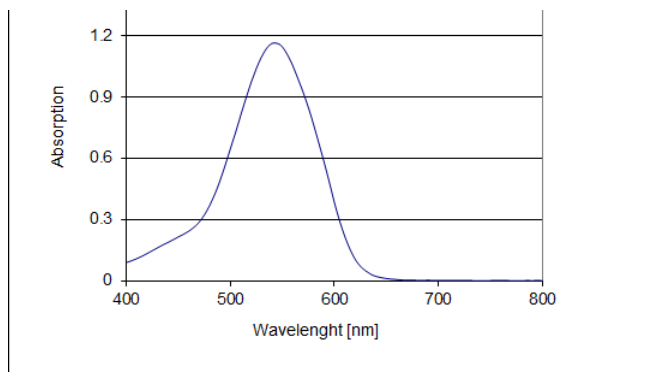


Σχήμα 3: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας του φωτομέτρου (με την άδεια της Michaela De Rouw)

[1] Πηγή φωτός  
[4] Σχισμή εξόδου  
[7] Ανιχνευτής με οθόνη

[2] Σχισμή εισόδου  
[5] Κυψελίδα

[3] Πρίσμα  
[6] Σχισμή εισόδου



#### Σχήμα 4: Φάσμα απορρόφησης του συμπλόκου Cr(VI) και DPC

Στην κυψελίδα τοποθετείται το διάλυμα προς διερεύνηση. Το φως, καθώς περνά μέσα από την κυψελίδα, απορροφάται εν μέρει και ο ανιχνευτής καταγράφει την ένταση του φωτός που φτάνει στην απέναντι πλευρά.

Λίστα υλικών	Λίστα αντιδραστηρίων
<ul style="list-style-type: none"><li>• Χαρτί, χαρτί μιλιμετρέ, χάρακας, γόμα</li><li>• Κομπιουτεράκι</li><li>• Περιοδικός πίνακας</li><li>• Ανεξίτηλος μαρκαδόρος, μολύβι, ξύστρα</li><li>• Μικροπιπέτα 100 <math>\mu\text{L}</math> (ρυθμιζόμενη)</li><li>• Μικροπιπέτα 1000 <math>\mu\text{L}</math> (ρυθμιζόμενη)</li><li>• Ακροφύσια(tips) μικροπιπτετών (κίτρινα και μπλε)</li><li>• Δοχείο απόρριψης χρησιμοποιημένων ακροφυσίων</li><li>• Δοκιμαστικοί σωλήνες 15 mL (Falcon)</li><li>• Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων</li><li>• Κυψελίδες πάχους 1 cm για το φωτόμετρο</li><li>• Χαρτοπετσέτες</li><li>• Ένα φωτόμετρο (για τρεις ομάδες)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Απεσταγμένο νερό</li><li>• Πυκνό διάλυμα Cr(VI) για την βαθμονόμηση (28.29 mg/L διχρωμικού καλίου <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math>), με ετικέτα “Cr(VI)”</li><li>• Θειικό οξύ 0.5 M, με ετικέτα “0.5 M <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>”</li><li>• Διάλυμα 120 mg 1,5-διφαινυλκαρβαζιδίου σε 50 mL ακετόνης, με ετικέτα “DPC”</li><li>• Πέντε διαλύματα (εκχυλίσματα από δείγματα εδάφους) με άγνωστη συγκέντρωση σε Cr(VI), με ετικέτες “E1”, “E2”, “E3”, “E4” και “E5”</li><li>• Πρότυπο διάλυμα Cr(VI) για ποιοτικό έλεγχο με γνωστή συγκέντρωση (4.00 mg/L), με ετικέτα “Ref”</li></ul>

### Οδηγίες:

Δείγματα εδάφους λήφθηκαν από πέντε διαφορετικά σημεία. Λόγω έλλειψης χρόνου, η εκχύλιση έχει ήδη γίνει για σας: 100 g κάθε δείγματος εδάφους αναμειχθηκαν με ένα λίτρο απεσταγμένου νερού και αναδεύτηκαν για 24 ώρες. Θα βρείτε στον πάγκο εργασίας σας τα εκχυλίσματα των πέντε δειγμάτων εδάφους(E1-E5), των οποίων την συγκέντρωση σε Cr(VI) πρέπει να προσδιορίσετε.

Για να προσδιορίσετε την συγκέντρωση του κάθε δείγματος, πρέπει πρώτα να σχεδιάσετε την καμπύλη βαθμονόμησης. Επομένως, χρειάζεστε τις τιμές της απορρόφησης διαλυμάτων

γνωστής συγκέντρωσης. Αυτά τα διαλύματα πρέπει να τα παρασκευάσετε από το πυκνό διάλυμα (με ετικέτα "Cr(VI)") κάνοντας την κατάλληλη αραιώση.

**1.** Υπολογίστε τη συγκέντρωση του Cr(VI) στο πυκνό διάλυμα σε mg/L.

⇒ *Φύλλο απαντήσεων*

**Πριν συνεχίσετε, ένας βοηθός εργαστηρίου πρέπει να ελέγξει την ακρίβεια του αποτελέσματος στο φύλλο εργασίας!**

**2.** Κατασκευή της καμπύλης βαθμονόμησης και φωτομετρικές μετρήσεις  
Προκειμένου να κατασκευάσετε την καμπύλη βαθμονόμησης, πέντε διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης, από 25 ως 250  $\mu\text{g/L}$  σε Cr(VI), παρασκευάζονται με κατάλληλες αραιώσεις του πυκνού διαλύματος. Θα βρείτε τις ακριβείς συγκεντρώσεις των διαλυμάτων που πρέπει να παρασκευάσετε στον Πίνακα 1 του φύλλου απαντήσεων.

**2.1.** Υπολογίστε τον όγκο του πυκνού διαλύματος που θα χρειαστείτε για να παρασκευάσετε τα διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης όγκου 10 mL το καθένα.

Καταγράψτε τις τιμές στον Πίνακα 1.

⇒ *Φύλλο απαντήσεων*

**2.2.** Παρασκευή διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης

- a. Αριθμήστε από 1 μέχρι 6 έξι δοκιμαστικούς σωλήνες των 15 mL.
- b. Προσθέστε 2 mL θειικού οξέος (με ετικέτα "0.5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ") σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα χρησιμοποιώντας μικροπιπέτα.
- c. Προσθέστε 0.2 mL του διαλύματος με ετικέτα "DPC" σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα χρησιμοποιώντας μικροπιπέτα.
- d. Χρησιμοποιώντας τους υπολογισμούς σας από τον Πίνακα 1 του φύλλου απαντήσεων μετρήστε και προσθέστε τον κατάλληλο όγκο του πυκνού διαλύματος στους δοκιμαστικούς σωλήνες 2 μέχρι 6 αντίστοιχα.
- e. Συμπληρώστε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα με απεσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή των 10 mL.
- f. Κλείστε τους δοκιμαστικούς σωλήνες και αναμίξτε καλά.

**2.3. Παρασκευή δειγμάτων και πρότυπου διαλύματος**

- a. Αριθμήστε τους επόμενους έξι σωλήνες από το 7 μέχρι το 12
- b. Προσθέστε 2 mL θειικού οξέος (με ετικέτα "0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>") σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα χρησιμοποιώντας μικροπιπέτα.
- c. Προσθέστε 0.2 mL του αντιδραστηρίου με ετικέτα "DPC" σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα χρησιμοποιώντας μικροπιπέτα.
- d. Μεταφέρετε με μικροπιπέτα 250 μL του εκχυλίσματος E1 στο δοκιμαστικό σωλήνα 7, 250 μL του εκχυλίσματος E2 στο δοκιμαστικό σωλήνα 8 και συνεχίστε με τον ίδιο τρόπο ως το δοκιμαστικό σωλήνα 11.
- e. Μεταφέρετε με μικροπιπέτα 250 μL πρότυπου διαλύματος στο δοκιμαστικό σωλήνα 12. Δείτε τον Πίνακα 2 στο φύλλο απαντήσεων.
- f. Συμπληρώστε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα με απεσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή των 10 mL.
- g. Κλείστε τους δοκιμαστικούς σωλήνες και αναμίξτε καλά.

### 2.3.1. Υπολογίστε το συντελεστή αραιώσης των εκχυλισμάτων.

Πριν συνεχίσετε με τις μετρήσεις στο φωτόμετρο, ένας βοηθός εργαστηρίου πρέπει να επιβεβαιώσει την ακρίβεια του αποτελέσματος στο φύλλο εργασίας (ο βοηθός εργαστηρίου θα υπογράψει στο φύλλο απαντήσεων).

⇒ Φύλλο απαντήσεων

### 2.4. Μετρήσεις στο φωτόμετρο

- a. Μεταφέρετε τα διαλύματα που παρασκευάσατε (από τους δοκιμαστικούς σωλήνες 1-12) στις κυψελίδες (χρησιμοποιήστε τουλάχιστον τα  $\frac{3}{4}$  του συνολικού όγκου της κυψελίδας). Μη ξεχάσετε να αριθμήσετε τις κυψελίδες κατάλληλα.
- b. Ενημερώστε το βοηθό εργαστηρίου ότι είστε έτοιμοι να χρησιμοποιήσετε το φωτόμετρο. Καθώς υπάρχει ένα φωτόμετρο για κάθε τρεις ομάδες ίσως χρειαστεί να περιμένετε λίγα λεπτά μέχρι να έρθει η σειρά σας. Εν τω μεταξύ μπορείτε να απαντήσετε στην ερώτηση 7 στο φύλλο απαντήσεων ή να μελετήσετε τη λειτουργία του φωτομέτρου.
- c. Πραγματοποιήστε τις μετρήσεις σας στο φωτόμετρο σε λιγότερο από 10 λεπτά.

Οδηγίες για τη χρήση του φωτομέτρου: Εισάγετε την κυψελίδα με τον αριθμό 1 (τυφλό δείγμα) στο φωτόμετρο. Η λεία πλευρά πρέπει να βρίσκεται απέναντι από την πηγή φωτός. Κλείστε το καπάκι και πιέστε το "Zero". Στη συνέχεια τοποθετήστε την κυψελίδα 2 στο φωτόμετρο, κλείστε το καπάκι και καταγράψτε την απορρόφηση (στον Πίνακα 2). Επαναλάβετε με τις κυψελίδες 3 ως 12.

### 2.4.1. Καταγράψτε τις τιμές της απορρόφησης στον Πίνακα 2.

⇒ Φύλλο Απαντήσεων



### 3. Κατασκευή γραφικής παράστασης

#### 3.1. Κατασκευάστε τη γραφική παράσταση αξιοποιώντας τις τιμές απορρόφησης

⇒ Χαρτί μιλιμετρέ!

- Ο οριζόντιος άξονας πρέπει να δείχνει την συγκέντρωση σε  $\mu\text{g/L}$  και ο κάθετος άξονας πρέπει να δείχνει τις αντίστοιχες απορροφήσεις.
- Χαράξτε την βέλτιστη ευθεία.
- Από τη γραφική παράσταση υπολογίστε την κλίση της ευθείας και το σημείο τομής με τον κάθετο άξονα. Δείξτε πάνω στη γραφική παράσταση πως καταλήξατε στις συγκεκριμένες τιμές.
- Επισημάνετε τις τιμές απορρόφησης των εκχυλισμάτων στον κάθετο άξονα και σημειώστε τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στον οριζόντιο άξονα.
- Γράψτε όλους τους υπολογισμούς σας στο χαρτί μιλιμετρέ με την γραφική παράσταση.

#### Παραδώστε το χαρτί μιλιμετρέ στον βοηθό εργαστηρίου

Για τους επόμενους υπολογισμούς θα σας δοθούν τιμές της κλίσης της ευθείας και του σημείου τομής.

4. Υπολογίστε την συγκέντρωση ( $\mu\text{g/L}$ ) των εκχυλισμάτων 1-5 και του πρότυπου διαλύματος.

Καταγράψτε τις τιμές στον Πίνακα 3

⇒ Φύλλο απαντήσεων

### 5. Υπολογισμός της περιεκτικότητας σε $\text{Cr(VI)}$ στα δείγματα εδάφους.

5.1 Υπολογίστε την αρχική περιεκτικότητα ( $\text{mg Cr(VI)/kg}$ ) των δειγμάτων εδάφους.

Χρησιμοποιήστε τις τιμές συγκέντρωσης από το 4.

Να λάβετε υπόψη τις αραιώσεις (δείτε τα επιβεβαιωμένα αποτελέσματα στο 2.3).

⇒ Φύλλο

## 6. Ρύπανση του εδάφους και του φράγματος με Cr(VI).

Σε περίπτωση πλημμύρας όλη η ποσότητα του Cr(VI), που βρίσκεται στον χώρο εναπόθεσης αποβλήτων, θα διαλυθεί και θα καταλήξει στο νερό του φράγματος.

**Απαντήσεις 6.1. ως 6.4.**

⇒ Φύλλο απαντήσεων

6.1 Υπολογίστε τον μέσο όρο της περιεκτικότητας του εδάφους σε Cr(VI) (mg Cr(VI)/kg).

6.2 Χρησιμοποιήστε τον μέσο όρο της περιεκτικότητας για να υπολογίσετε τη συνολική ποσότητα του Cr(VI) (kg) σε 2000 t εδάφους του χώρου εναπόθεσης.

6.3 Αν ο χώρος εναπόθεσης πλημμυρίσει με 80 εκατομμύρια  $m^3$  νερού και όλο το Cr(VI) καταλήξει στο φράγμα, τότε ποια θα είναι η συγκέντρωση του Cr(VI) ( $\mu g/L$ ) στο νερό του φράγματος;

6.4 Από οικολογική άποψη, πρέπει το φράγμα να κατασκευαστεί; (ανώτατο επιτρεπτό όριο Cr(VI) στο πόσιμο νερό: 50  $\mu g/L$ )

## 7. Συμπερασματικές ερωτήσεις

**Στο φύλλο απαντήσεων σημειώστε ναι η όχι στις αντίστοιχες στήλες.**

⇒ φύλλο απαντήσεων

# Δραστηριότητα C

## 1. Μετρήσεις σε ένα φουσητήρα.

Ερευνήστε μερικές από τις ιδιότητες του φουσητήρα.

### 1. 1 Μετρήσεις ταχύτητας αέρα.

Προσδιορίστε την ταχύτητα του αέρα που παράγεται από την μηχανή παραγωγής αέρα.

**Υλικά:**

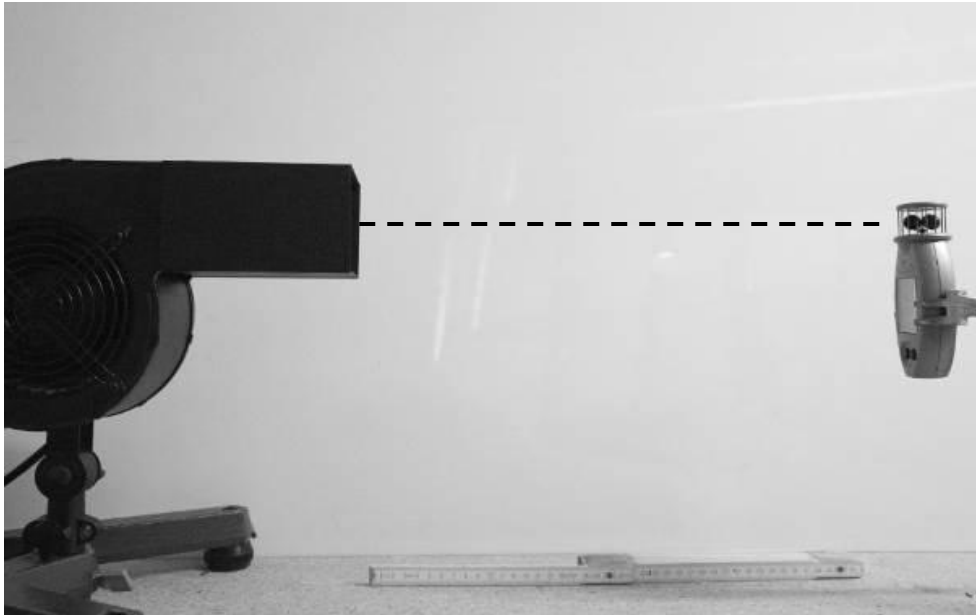
- Φουσητήρας προσαρμοσμένος σε ορθοστάτη (εικ. 1.1)
- Ανεμόμετρο προσαρμοσμένο σε ορθοστάτη
- Χάρακας
- Μετροταινία



**Εικ. 1.1 Φουσητήρας**

### Διαδικασία

Τοποθετήστε τον φουσητήρα και το ανεμόμετρο σε απόσταση 0,4m το ένα από το άλλο. Το κέντρο της εξόδου αέρα και τα περιστρεφόμενα κύπελλα του ανεμόμετρου πρέπει να είναι στο ίδιο ύψος και ο φουσητήρας πρέπει να στοχεύει στην διεύθυνση του ανεμόμετρου (εικ.1.2). Η απόσταση μετριέται από την άκρη της εξόδου αέρα μέχρι το ανεμόμετρο.



Εικ. 1.2: Διάταξη



Εικ. 1.3: Διακόπτης που ρυθμίζει τις διαφορετικές ταχύτητες αέρα

Η ταχύτητα του αέρα μπορεί να ρυθμιστεί από τον διακόπτη (εικ.1.3). Παρατήρηση: Τα διαφορετικά επίπεδα δεν είναι σημειωμένα στην πραγματική συσκευή.

Ανοίξτε τον φυσητήρα στο χαμηλότερο επίπεδο, επίπεδο 1. Αφήστε τον να λειτουργήσει για 1 λεπτό. Παρατηρήστε την ένδειξη του ανεμομέτρου και σημειώστε την μέση τιμή (AV) και την μέγιστη τιμή (MX), βλέπε εικ. 1.4.



Εικ. 1.4 Ανεμόμετρο.

Στην εικόνα από πάνω προς τα κάτω: στιγμιαία τιμή, μέγιστη τιμή (MX), μέση τιμή (AV). Όλες οι τιμές είναι σε m/s.

Γράψτε την μέση τιμή (AV) και την μέγιστη τιμή (MX) στο φύλλο απαντήσεων (πίνακα 1.1.1). Κλείστε το ανεμόμετρο.

Αλλάξτε το επίπεδο λειτουργίας του φυσητήρα στο 2 και ανοίξτε το ανεμόμετρο μετά από 15sec. Κάντε μετρήσεις όπως προηγουμένως και γράψτε τις τιμές στο φύλλο απαντήσεων. Κλείστε το ανεμόμετρο μετά τις μετρήσεις. Συνεχίστε την ίδια διαδικασία για τα επίπεδα 3 έως 5 του φυσητήρα.

**1.1.1. Συμπληρώστε τον πίνακα 1.1.1 με τις αντίστοιχες απαντήσεις.**



Φύλλο

απαντήσεων

**1.1.2. Ζωγραφίζοντας το διάγραμμα «Επίπεδα του φυσητήρα (x – άξονας) σε συνάρτηση με την ταχύτητα του αέρα (y – άξονας)»**

**Σχεδιάστε το διάγραμμα χρησιμοποιώντας τις τιμές του πίνακα 1.1.1** ⇒ millimeter χαρτί

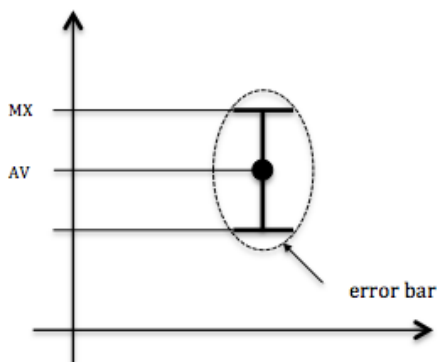
Πάρτε κατάλληλη κλίμακα για τον y – άξονα (ταχύτητα του αέρα m/s). Τοποθετήστε τα σημεία για την μέση ταχύτητα. Οι μέγιστες τιμές πρέπει να είναι άνω όριο για τις ράβδους σφάλματος.

Οι ράβδοι σφάλματος είναι συμμετρικές γύρω από τη μέση τιμή. Σχεδιάστε τις ράβδους σφάλματος.

Χρησιμοποιείτε το millimeter χαρτί που σας δίνετε και επικολλήστε το διάγραμμα στο φύλλο απαντήσεων.

**Πληροφορία:**

Οι ράβδοι σφαλμάτων είναι μια γραφική αναπαράσταση της διακύμανσης των δεδομένων και χρησιμοποιούνται στις γραφικές παραστάσεις.



### **1.2. Μετρήσεις τάσεων που δίνουν διάφορες προπέλες.**

Μια χαρακτηριστική παράμετρος των ανεμογεννητριών είναι η τάση που δίνουν. Μετρήστε αυτή την τάση για διαφορετικές προπέλες για να βρείτε την πιο αποτελεσματική προπέλα. .

**Υλικά:**

- Προπέλα – 16 cm διάμετρος
- Προπέλα – 18 cm διάμετρος

- Προπέλα – 20 cm διάμετρος  
(βλέπε εικ. 1.5)
- 2 σταυρωτές προπέλες – 16 cm διάμετρος
- Αναστραμμένη προπέλα – 16 cm διάμετρος  
(βλέπε εικ. 1.6)
- Πολύμετρο
- Καλώδια
- Φυσητήρας
- Γεννήτρια
- Ορθοστάτης για την γεννήτρια



Εικ. 1.5: Προπέλες 16 cm, 18 cm, 20 cm. (τα γράμματα πάνω στην προπέλα πρέπει να κοιτάνε προς την γεννήτρια)



Εικ. 1.6: Δύο σταυρωτές προπέλες, 16 cm (τα γράμματα πάνω στην προπέλα πρέπει να κοιτάνε προς την γεννήτρια) και αναστραμμένη προπέλα (τα γραμμένα πάνω στην προπέλα να κοιτάνε προς τον φυσητήρα).

## Διαδικασία

Η απόσταση μεταξύ φυσητήρα και προπέλας είναι πάλι 0,4 cm κατά την διάρκεια όλων των μετρήσεων σ' αυτό το κομμάτι. (εικ.1.7).



Εικ. 1.7: Φυσητήρας (αριστερά) και προπέλα (δεξιά).

Η προπέλα στερεώνεται πάνω στην γεννήτρια μέσω του άσπρου πλαστικού (εικ.1.8). Το πολύμετρο συνδέεται με την γεννήτρια με τα κροκοδειλάκια και τα καλώδια.



Εικ. 1.8: Προπέλα στερεωμένη σε γεννήτρια.

Μετρήστε την τάση  $V$  για όλες τις προπέλες και για όλα τα επίπεδα του φυσητήρα. Αρχίστε κάθε μέτρηση με ένα τύπο προπέλας στο επίπεδο 1 και τον φυσητήρα να λειτουργεί για τουλάχιστον 15 sec σε κάθε επίπεδο. Επειδή η τιμή της τάσης θα κυμαίνεται κατά την διάρκεια της μέτρησης πρέπει να παρατηρήσετε προσεκτικά και να πάρετε την μέση τιμή.



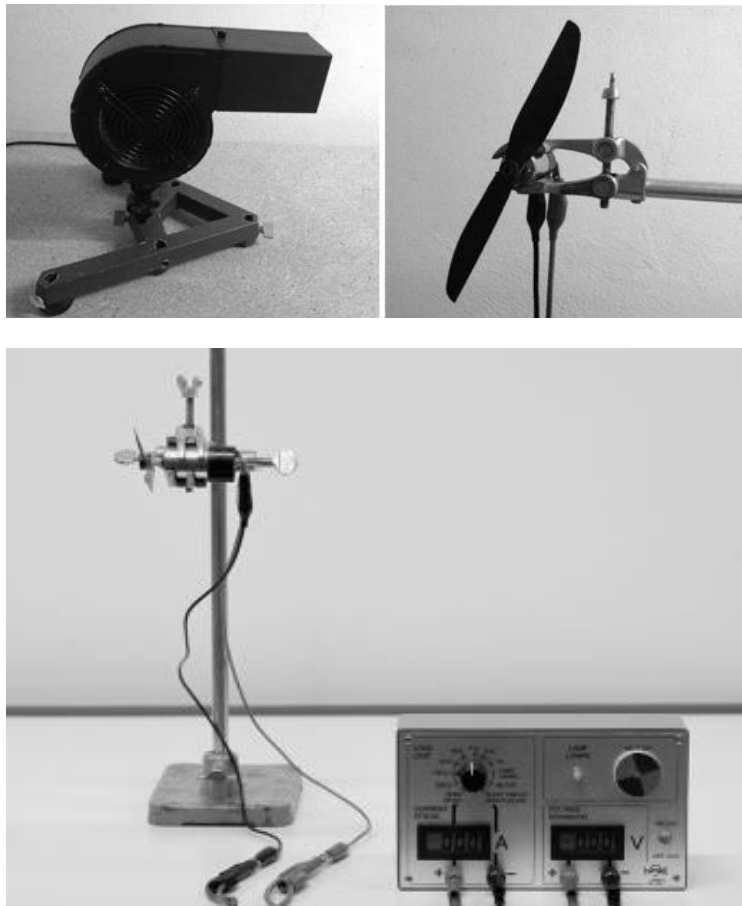
### 1.3. Ισχύς εξόδου για διάφορες προπέλες

Η τάση από μόνη της δεν είναι προσδιοριστικό χαρακτηριστικό της ανεμογεννήτριας. Πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν η ισχύς που παράγει όταν συνδεθεί με κάποια συσκευή. Η ισχύς μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τις τιμές του ρεύματος που διέρχονται από την αντίσταση και την τάση.

#### Υλικά :

- Φυσητήρας
- Γεννήτρια με διαφορετικές προπέλες: 16, 18, 20, 16/16, 16 (αναστραμμένη)
- Δύο καλώδια σύνδεσης (μαύρο, κόκκινο) από την γεννήτρια.
- Πολύμετρο με καλώδια
- Υπολογιστής τσέπης (κομπιουτεράκι)
- Μετροταινία

Η απόσταση μεταξύ του φυσητήρα και της προπέλας είναι πάλι 0,4 m. Η γεννήτρια πρέπει να συνδεθεί στο πολύμετρο όπως φαίνεται στην εικόνα 1.9.



Εικ. 1.9: Φυσητήρας, προπέλα και συνδέσεις στο πολύμετρο.

Θέστε σε λειτουργία τον φυσητήρα στο επίπεδο 5.

Η αντίσταση ("Load Last" πάνω στο κουτί του πολυμέτρου), μεταβάλλεται από 1 Ω έως 200Ω (επτά τιμές όπως φαίνονται στους πίνακες 1.3.1 έως 1.3.5)

- **Δώστε τις τιμές της τάσης και της έντασης του ρεύματος στους πίνακες 1.3.**  
⇒ Φύλλο απαντήσεων
- **Υπολογίστε την αντίστοιχη ισχύ και εισάγετε αυτές τις τιμές στους πίνακες.**  
⇒ Φύλλο απαντήσεων

*Αν χρειαστεί μπορείτε να καλέσετε τον βοηθό του εργαστηρίου για τον τύπο της ισχύος. Σε αυτή την περίπτωση θα έχετε μείωση 5 βαθμών.*

Προσοχή: Οι τιμές μπορεί να κυμαίνονται – χρησιμοποιήστε μέσες τιμές.

- **Τοποθετήστε τις τιμές της ισχύος στο διάγραμμα.** ⇒ Φύλλο απαντήσεων

## 2. Μετρήσεις σε μια μονάδα ηλεκτρόλυσης με την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας.

Η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε αέριο είναι μια δυνατότητα για αποθήκευση αυτής της ενέργειας. Το νερό διαχωρίζεται σε υδρογόνο και οξυγόνο με ηλεκτρόλυση και η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε χημική. Αργότερα, μια κυψέλη καυσίμου κάνει την αντίστροφη διαδικασία μετατρέποντας την χημική σε ηλεκτρική ενέργεια.

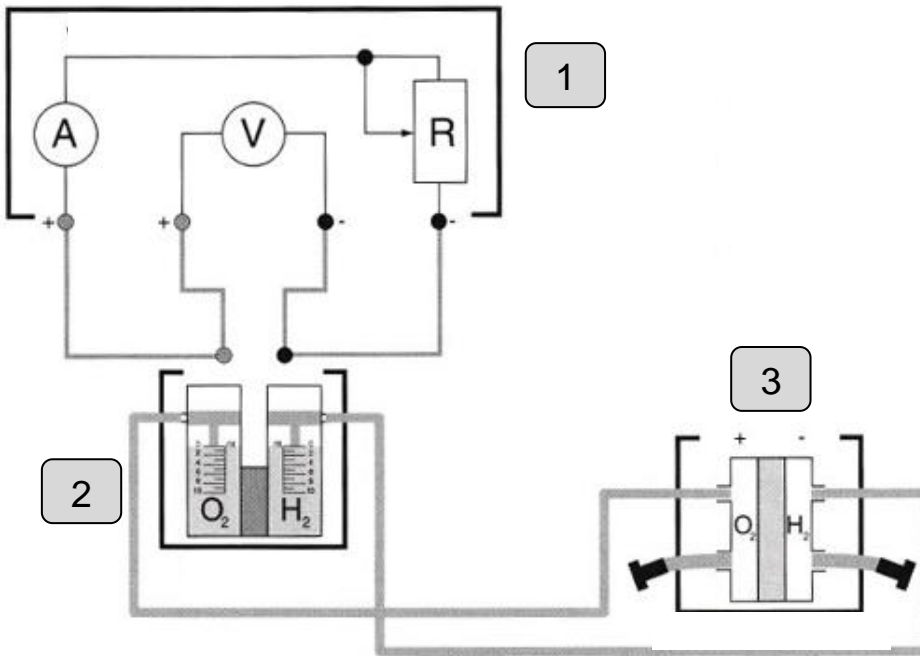
### 2.1. Ηλεκτρόλυση

Ερευνήστε την διαδικασία της ηλεκτρόλυσης. Πόση ηλεκτρική ενέργεια χρειάζεται για να παράγει συγκεκριμένη ποσότητα υδρογόνου; Πόση είναι η απόδοση αυτού του μοντέλου;

**Υλικά:**

- Φυσητήρας
- Γεννήτρια
- Προπέλα – 16 cm διάμετρο (όχι αναστραμμένη)
- Πολύμετρο (μετρήστε την τάση και την ένταση του ρεύματος στην ηλεκτρολυτική συσκευή). Ρύθμιση περιστρεφόμενου διακόπτη στο : Short Circuit

- Ηλεκτρολυτική συσκευή: Γεμίστε την με αποσταγμένο νερό
- Καλώδια
- Χρονόμετρο.



Εικ. 2.1: Διάγραμμα κυκλώματος: V, A, και R είναι μέρη του πολυμέτρου (1) Συσκευή ηλεκτρόλυσης (2) Κυψέλη καυσίμου (3) Τα καλώδια της γεννήτριας δεν φαίνονται. Πρέπει να συνδεθούν στους πόλους της ηλεκτρολυτικής συσκευής (βλέπε κείμενο) Οι έντονα μαύρες γραμμές του σχήματος δεν είναι καλώδια, αποτελούν το περίγραμμα των τριών συσκευών.

### Διαδικασία

**Συναρμολογήστε το μοντέλο όπως στην εικ. 2.1.**

Η κυψέλη καυσίμου είναι ήδη συνδεδεμένη με την ηλεκτρολυτική συσκευή.

Υπόδειξη: Συνδέστε πρώτα κύκλωμα που περιέχει γεννήτρια – ηλεκτρολυτική συσκευή – πολύμετρο (για μέτρηση έντασης ηλεκτρικού ρεύματος) και στο υπάρχον κύκλωμα συνδέστε κατάλληλα τα καλώδια για να μετρήσετε την τάση της ηλεκτρολυτικής συσκευής. Προσοχή στην πολικότητα (το + της γεννήτριας πρέπει να συνδεθεί με το + της ηλεκτρολυτικής συσκευής)

**Καλέστε τον βοηθό εργαστηρίου για επιβεβαίωση του κυκλώματος.**

**2.1.1. Μετρήσεις της ισχύος στην ηλεκτρολυτική συσκευή για διαφορετικές ταχύτητες αέρα.**

Ο φυσητήρας πρέπει να τοποθετηθεί στα 0,2 m (στην μισή απόσταση απ' ότι συνήθως!!) μπροστά από την προπέλα.

**Μετρήσεις της τάσης και της έντασης του ηλ.ρεύματος για τα πέντε επίπεδα του φυσητήρα**

⇒ Φύλλο απαντήσεων.

(Πρέπει να λειτουργήσει για 1 λεπτό, πάρτε μέσες τιμές).

**Υπολογίστε την ισχύ της ηλεκτρολυτικής συσκευής. Βάλτε τις τιμές στον πίνακα 2.1.1**

⇒ Φύλλο απαντήσεων

### 2.1.2. Παραγωγή υδρογόνου

Χρησιμοποιήστε τις ίδιες συσκευές όπως πριν (ταχύτητα αέρα επίπεδο 5) και προσδιορίστε πόση ενέργεια χρειάζεται για την παραγωγή 10 ml αερίου υδρογόνου.

#### Διαδικασία

Κοιτάζτε μόνο την στήλη παραγωγής αερίου υδρογόνου. Ξεκινήστε από το μηδέν (για να γίνει αυτό ίσως χρειαστεί να ελευθερώσετε λίγο αέριο). Όταν αρχίσει η παραγωγή υδρογόνου θέστε σε λειτουργία το χρονόμετρο. Σταματήστε το χρονόμετρο όταν παραχθούν 10 ml αερίου υδρογόνου.

**Μετρήστε την τάση και την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (μέσες τιμές) και το χρόνο που χρειάζεται για να παραχθούν 10 ml αερίου υδρογόνου.** Καταγράψτε τις τιμές στο φύλλο απαντήσεων.

⇒ Φύλλο

απαντήσεων

**Υπολογίστε την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται η ηλεκτρολυτική συσκευή για να παράγει 10 ml υδρογόνου, χρησιμοποιώντας την ισχύ και τον χρόνο.** Καταγράψτε το αποτέλεσμα στον πίνακα 2.1.2

⇒ Φύλλο

απαντήσεων

### 2.1.3. Απόδοση της ηλεκτρολυτικής διαδικασίας.

Η ενεργειακή αξία του υδρογόνου είναι  $10,7 \text{ MJ/m}^3$  (στις συνθήκες του εργαστηρίου)

**Υπολογίστε την απόδοση της συσκευής χρησιμοποιώντας το αποτέλεσμα από 2.1.2!** Γράψτε το αποτέλεσμα στο φύλλο απαντήσεων

⇒ Φύλλο

απαντήσεων

## 2.2. Κυψέλη καυσίμου

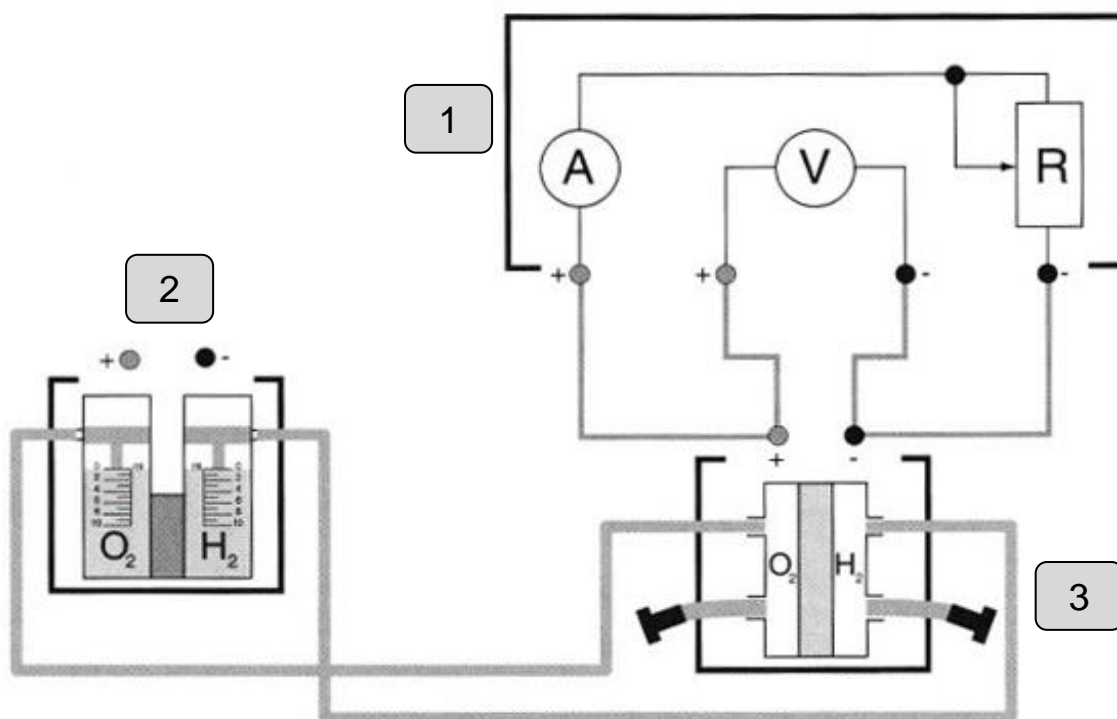
Μια κυψέλη καυσίμου παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την χημική ενέργεια (υδρογόνο).

**Υλικά: Material:**

- Ηλεκτρολυτική συσκευή με σωλήνες και βαλβίδες.
- Κυψέλη καυσίμου
- Πολύμετρο
- Καλώδια

### Διαδικασία

Πρέπει να είναι διαθέσιμα 10 ml υδρογόνου και τουλάχιστον 5 ml οξυγόνου στην ηλεκτρολυτική συσκευή από το τελευταίο πείραμα. Αν όχι, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε το σύστημα φουσητήρας – προπέλα – γεννήτρια για να παράγεται την απαιτούμενη ποσότητα



αερίου.

Εικ. 2.2: Διάγραμμα κυκλώματος: V, A, και R είναι μέρη του πολύμετρου (1), Η ηλεκτρολυτική συσκευή (2), κυψέλη καυσίμου (3). Το πολύμετρο πρέπει τώρα να είναι συνδεδεμένο με στην κυψέλη καυσίμου.

Κλείστε το κύκλωμα με την κυψέλη καυσίμου, 3 Ω αντίσταση και το αμπερόμετρο στο πολύμετρο (εικ. 2.2).

### 2.2.1. Ηλεκτρική ενέργεια που απελευθερώνεται από μια κυψέλης καυσίμου

Προσδιορίστε το χρόνο που απαιτείται για τη μετατροπή 10 ml υδρογόνου πάλι σε ηλεκτρική ενέργεια. Υπολογίστε τη μέση ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας με τις μετρημένες τιμές τάσης, ρεύματος και χρόνου.

Εισάγετε αυτές τις τιμές  
απαντήσεων

⇒ Φύλλο

### 2.2.2. Απόδοση της κυψέλης καυσίμου

Προσδιορίστε την απόδοση της κυψέλης καυσίμου συγκρίνοντας τη θερμιδική ενέργεια (ενέργεια που ελευθερώνεται από την πλήρη καύση) 10 ml υδρογόνου και την ηλεκτρική ενέργεια που ελευθερώνεται.

απαντήσεων

⇒ Φύλλο

## 3. Σύγκριση με πραγματικές εγκαταστάσεις

Οι ακόλουθοι υπολογισμοί θα πρέπει να δώσουν μια απάντηση στο αν ένας υδροηλεκτρικός σταθμός αντλιοστασίου είναι προτιμότερος από μία μονάδα ηλεκτρόλυσης (Power-to-Gas, P2G) για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας. Μπορεί η ενέργεια που παράγεται από μια μονάδα αιολικής ενέργειας να αποθηκευτεί από κάθε μία εγκατάσταση; Ποια εγκατάσταση έχει την καλύτερη απόδοση;

### 3.1. Ισχύς μιας εγκατάστασης αιολικής ενέργειας

Η ισχύς, που αποδίδει άνεμος με ταχύτητα  $u$  πάνω σε μια σύγχρονη τουρμπίνα, μπορεί να υπολογιστεί από τον ακόλουθο τύπο:

$$P = c_{Betz} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot u^3 \cdot A$$

P: ισχύς σε Watt

$c_{Betz}$  είναι ο συντελεστής ισχύος. Σύγχρονες εγκαταστάσεις έχουν περίπου  $c_{Betz} = 0,5$

$\rho$ : πυκνότητα του αέρα ( $\rho = 1,39 \text{ kg / m}^3$ , στους  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ )

$u$ : ταχύτητα ανέμου (m / s)

A: εμβαδόν της περιοχής που καλύπτεται από τα περιστρεφόμενα πτερύγια ( $\text{m}^2$ )

Το αιολικό πάρκο θα αποτελείται από 10 ανεμογεννήτριες με πτερύγια μήκους 35 m.

3.1.1. Υπολογίστε την ισχύ του αιολικού πάρκου υποθέτοντας ταχύτητα ανέμου 40 km / h.

Δώστε το αποτέλεσμα σε μονάδες μεγαβάτ (MW).

απαντήσεων

⇒ Φύλλο

**3.1.2. Υπολογίστε την ενέργεια που παράγεται σε μια μέρα (σε MWh) υπό αυτές τις συνθήκες**

☞ύλλο απαντήσεων

### **3.2. Ισχύς ενός προτεινόμενου υδροηλεκτρικού σταθμού αντλιοστασίου**

Η σχεδιαζόμενη κατασκευή προβλέπει για το νερό ύψος πτώσης 250 m. Η μέγιστη παροχή είναι 50 κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Η ισχύς μπορεί να υπολογιστεί από την βαρυτική δυναμική ενέργεια του νερού.

Υποθέστε την ίδια παροχή νερού κατά την άνοδό του στο ύψος των 250 m. Η απόδοση αυτής της διαδικασίας είναι 60%, δηλαδή: μόνο το 60% της προσφερόμενης ενέργειας αποταμιεύεται στο νερό.

#### **3.2.1. Ισχύς της εγκατάστασης**

**Υπολογίστε τη βαρυτική δυναμική ενέργεια του νερού που αντλείται σε ύψος 250 m σε 1 λεπτό.**

Ο βοηθός εργαστηρίου μπορεί να σας δώσει το σχετικό τύπο (με πέναλτι 1 μονάδα)

☞ύλλο

απαντήσεων

#### **3.2.2. Η ενέργεια στο σύστημα**

**Υπολογίστε: Πόσο νερό μπορεί να μεταφερθεί στο προβλεπόμενο ύψος μέσα σε μία ημέρα, υποθέτοντας μέγιστη ισχύ του σταθμού αιολικής ενέργειας;**

☞ύλλο

απαντήσεων

#### **3.2.3. Συνολική απόδοση**

Εάν το νερό ελευθερώνεται και ρέει διαμέσου της τουρμπίνας, η απόδοση στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι 80%.

**Υπολογίστε τη συνολική απόδοση του υδροηλεκτρικού σταθμού αντλιοστασίου.**

☞ύλλο

απαντήσεων

### **3.3. Διαστάσεις και απόδοση της σχεδιαζόμενης μονάδας ηλεκτρόλυσης (PowertoGas)**

### 3.3.1. Ηλεκτρόλυση

Η σχεδιαζόμενη εγκατάσταση μπορεί να παράγει αέριο υδρογόνο από ηλεκτρική ενέργεια με απόδοση 70%.

**Υπολογίστε την ποσότητα του αερίου υδρογόνου που μπορεί να παραχθεί κάθε ώρα, αν η μονάδα αιολικής ενέργειας λειτουργεί σε πλήρη ισχύ.**

Φύλλο

απαντήσεων

Συμβουλή: Χρησιμοποιήστε τα αποτελέσματα της 3.1.

### 3.3.2. Συνολική απόδοση της μονάδας ηλεκτρόλυσης (PowertoGas).

Μια σύγχρονη κυψέλη καυσίμου έχει απόδοση 50%.

**Υπολογίστε την συνολική απόδοση της μονάδας ηλεκτρόλυσης-κυψέλης καυσίμου.**

Φύλλο

απαντήσεων

### 3.4. Σύγκριση των δύο εγκαταστάσεων

Εσείς, ως αξιολογητές, πρέπει τώρα να συγκρίνετε και να κρίνετε τις δύο εγκαταστάσεις. Όπως περιορισμούς, θα πρέπει να θεωρήσετε ότι:

Η χωρητικότητα της άνω δεξαμενής της υδροηλεκτρικής εγκατάστασης αντλιοστασίου είναι 80 εκατομμύρια  $m^3$ , το πολύ.

Η αποθήκευση του αερίου της μονάδας γίνεται με παροχή 2000 κυβικά μέτρα υδρογόνου ανά ώρα, το πολύ.

Ποια από αυτές τις δύο εγκαταστάσεις προτείνετε για κατασκευή;

Συμπληρώστε με τα αποτελέσματα και την απόφασή σας τον Πίνακα 3.4

Φύλλο απαντήσεων

## Δραστηριότητα D

Εισήγηση της επιστημονικής ομάδας για την κατασκευή του σταθμού παραγωγής ενέργειας στο Klein Virtulien



1. Συνοψίστε τα αποτελέσματά σας στον Πίνακα «Ευρήματα» για να καταλήξετε σε μια κοινή θέση στον Πίνακα «Εισήγηση»!

⇒ Φύλλο

Απαντήσεων

2. Σημειώστε την εισήγηση της ομάδας σας στον Πίνακα «Εισήγηση»!

⇒ Φύλλο

Απαντήσεων

## Δραστηριότητα Ε

Δεδομένα σχετικά με....

Αξιολογήστε τις δηλώσεις στον Πίνακα «Δεδομένα σχετικά με...»!

⇒ Φύλλο

Απαντήσεων