

Ιδιότητες ενός συστήματος

Κάθε χαρακτηριστικό ενός θερμοδυναμικού συστήματος
(θερμοδυναμική ιδιότητα ή ιδιότητα)

Π.χ. Πίεση, P Θερμοκρασία, T Όγκος, V

Εξαρτητής ιδιότητα: $\rho = \frac{m}{V}$ Πυκνότητα ($\frac{kg}{m^3}$)

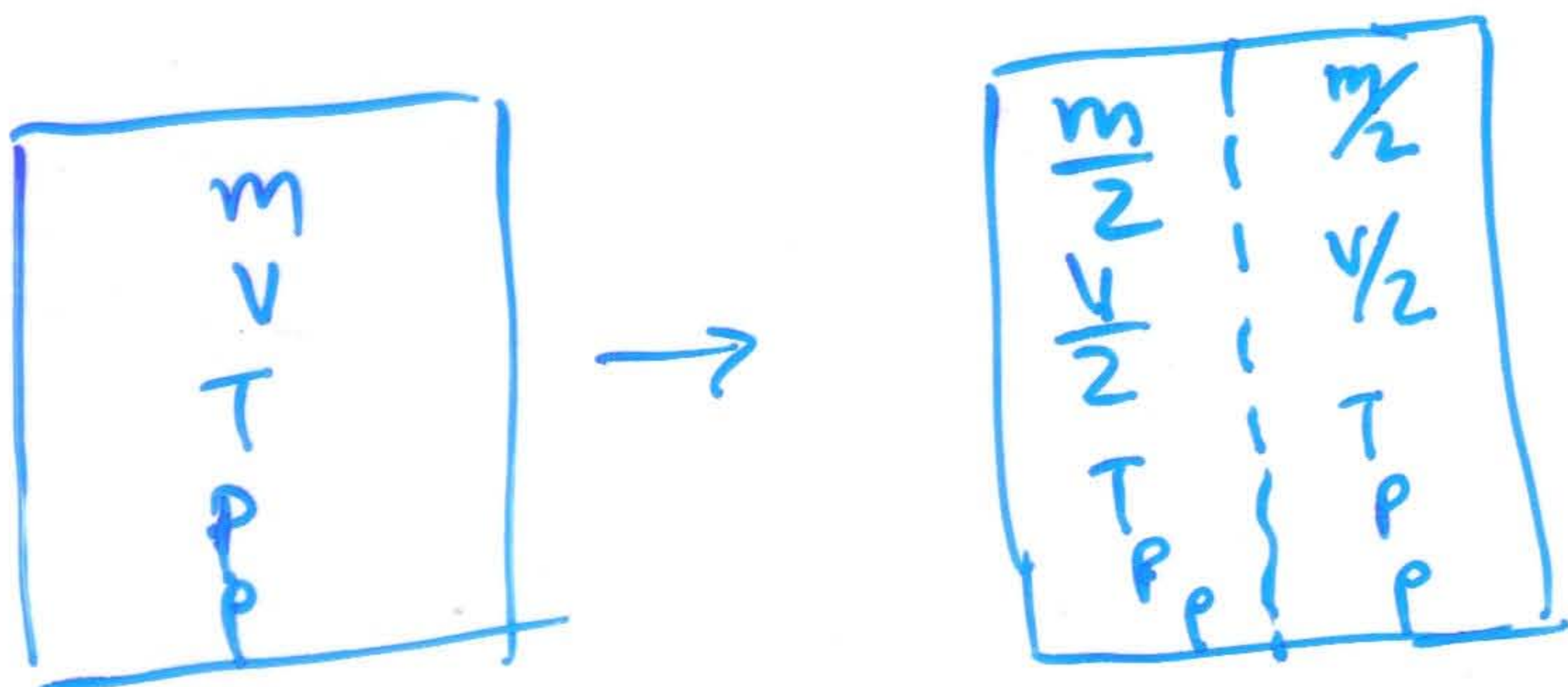
$\rho_s = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$ Σχετική πυκνότητα (Μονάδα)
Ειδική βαρύτητα

$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho}$ Ειδικός όγκος ($\frac{m^3}{kg}$)

Υψηλή θεωρείται ένα συνεχές μέσο (αρκούει ο
(ελάχιστη θερμοδυναμική) ενός χώρου μεταξύ τοιχωμάτων
στο εσωτερικό τους)

Εντατικές ιδιότητες: T, P, ρ Δεν εξαρτώνται
από το μέγεθος
του συστήματος

Εκτατικές ιδιότητες: m, V, E Εξαρτώνται από μέγεθος συστήματος



Κατάσταση και ισορροπία

Σύνολο ιδιοτήτων που μετρούνται ή υπολογίζονται σε όλη την ύλη ενός συστήματος.

Δεδομένη κατάσταση \rightarrow Όλες οι ιδιότητες συγκεκριμένη (T, P, m, V) και σταθερή τιμή

Αν μεταβληθεί η τιμή έσω μιας ιδιότητας \rightarrow Νέα κατάσταση

Κατάσταση ισορροπίας: Δεν υπάρχουν δυναμικά δηλ. κινητήριες δυνάμεις που τείνουν να οδηγήσουν το σύστημα σε μία νέα κατάσταση.

Τύποι ισορροπίας: Θερμική ισορροπία

Σταθερή θερμοκρασία σε όλη του την ύλη. Δεν υπάρχουν διαφορές θερμοκρασιών που θα προκαλούσαν ροή θερμότητας.

Μηχανική ισορροπία

Πίεση σταθερή με το χρόνο σε κάθε σημείο του συστήματος.

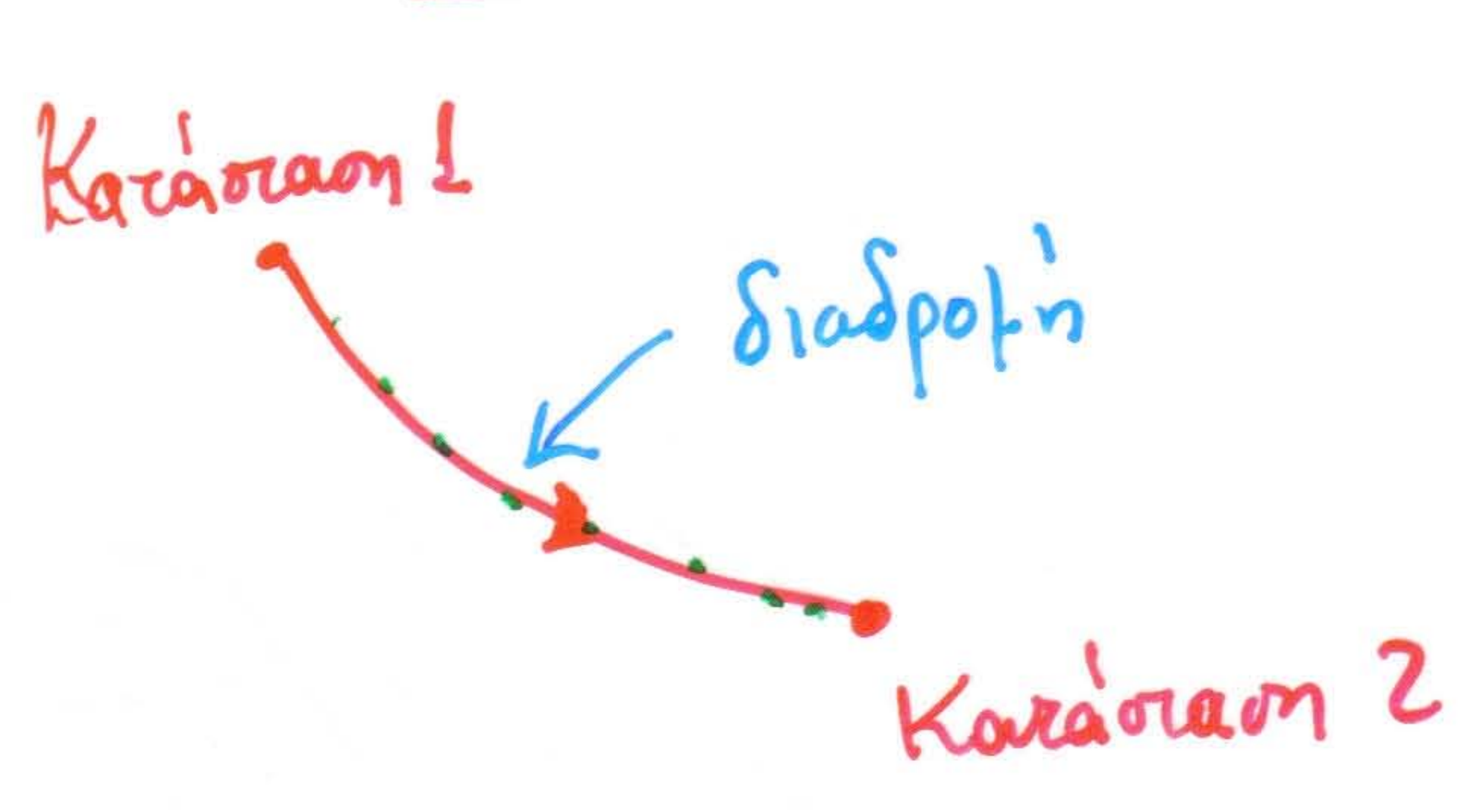
Χημική ισορροπία

Χημική σύσταση σταθερή με το χρόνο

Ισορροπία φάσεων

Η μάζα της κάθε φάσης αμεταβλητή με το χρόνο.

Διεργασίες και Κώλυτοι



Διεργασία: Μετάβαση από Κατ 1 σε Κατ 2 ακολουθώντας μια διαδρομή διαδοχικών καταστάσεων

Αντιστροφή ή ψευδοστατική διεργασία ή διεργασία ψευδοισορροπίας

Διεργασία τέτοια που σε όλη της τη διάρκεια το σύστημα να βρίσκεται σε απηροελάχιστη απόσταση από ισορροπία.

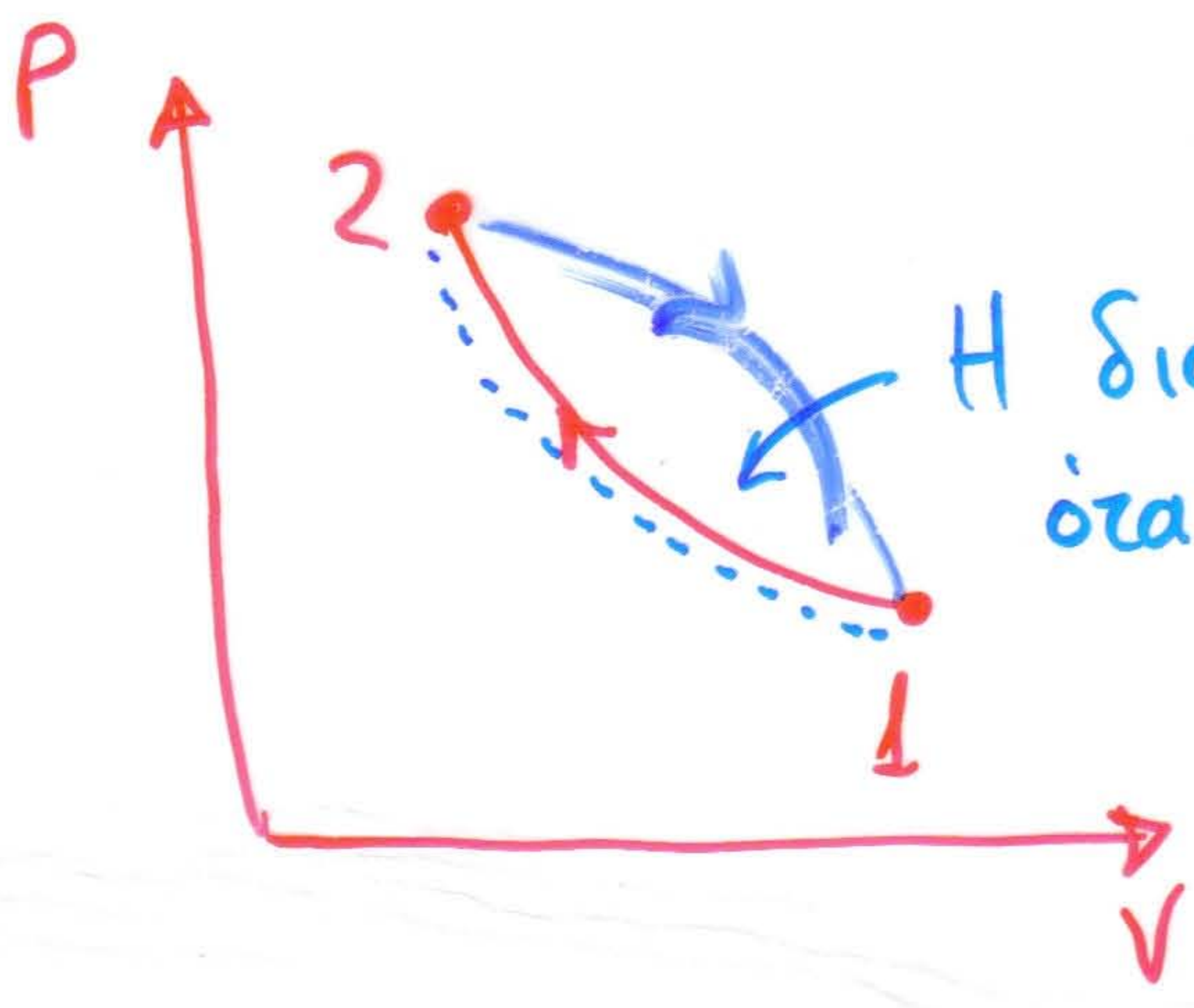
Πρέπει η διεργασία να γίνεται αρκετά αργά
 Εσωτερική αναπροσαρμογή - Ιδιότητες σε ένα σημείο δεν μεταβάλλονται σημαντικά από ότι σε ένα άλλο
 (Μη αντιστροφή)
Αργή vs Πολύ γρήγορη σφίξιση

σε διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου
 Ομαλή ανακατανομή μορίων
 Ομοιομορφή πίεση στο εσωτερικό - Ανδάνη με τον ίδιο ρυθμό σε όλες τις θέσεις

Δημιουργείται διαφορά πίεσης → σύστημα όχι σε ισορροπία

Αντισρεπτική διεργασία είναι ιδανική

γιατί τις μετράμε; → Αληθινή ανάγνωση
↳ Μέγιστη απόδοση μιας διάταξης παραγωγής έργου.



Η διαδρομή σχεδιάζεται μόνο όταν η διεργασία είναι αντισρεπτική.

Κύκλος: Επιστροφή στην αρχική κατάσταση μετά το τέλος της διεργασίας

Ισόθερμη - Ισοβαρής - Ισόχωρη
($T = const$) - ($P = const$) - ($V = const$)

Αξίωμα των καταστάσεων

Δύο ανεξάρτητες εστατικές μεταβλητές επαρκούν για να ορίσουν πλήρως μια κατάσταση ενός αληθούς συμπιεστού αερίου.

(Δεν περιέχει ηλεκτρική, μαγνητική, βαρυντική και μηχανική επίδραση)
ή φαινόμενα επιφ. τάσης

Ανεξάρτητες ιδιότητες: Η μία από αυτές μπορεί να μεταβάλλεται ενώ η άλλη παραμένει σταθερή.

Τέτοιες είναι π.χ. είναι T (Θερμοκρασία) και $v = \frac{v}{m}$ (Ειδικός όγκος)

T και P ανεξάρτητες μόνο για μονοφασικά συστήματα

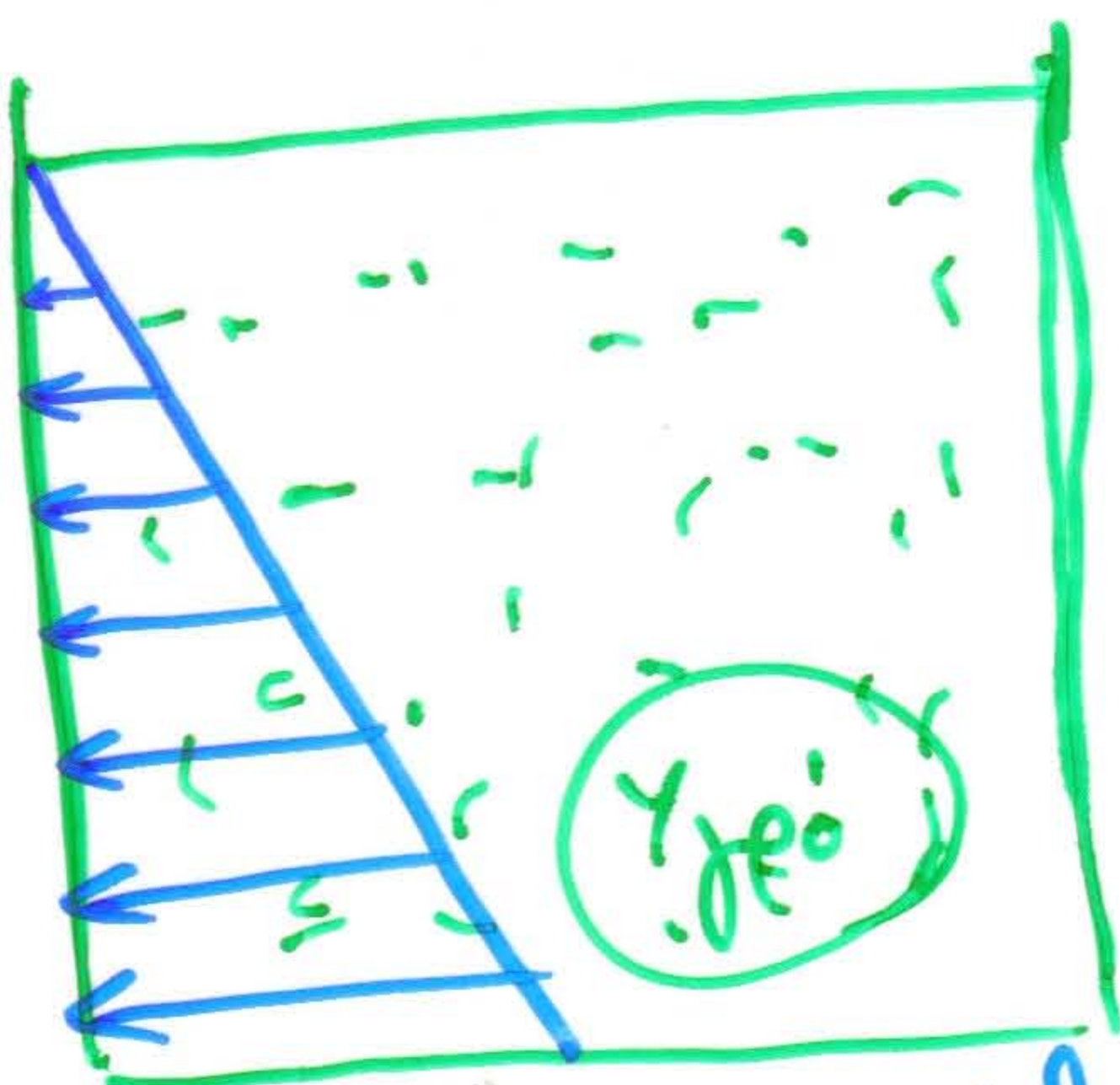
Αν υπάρχει αλλαγή φάσης $T = f(P)$
π.χ. Θερμοκρασία βρασμού στο επίπεδο της θάλασσας και την κορυφή ενός βουνού.

ΠΙΕΣΗ

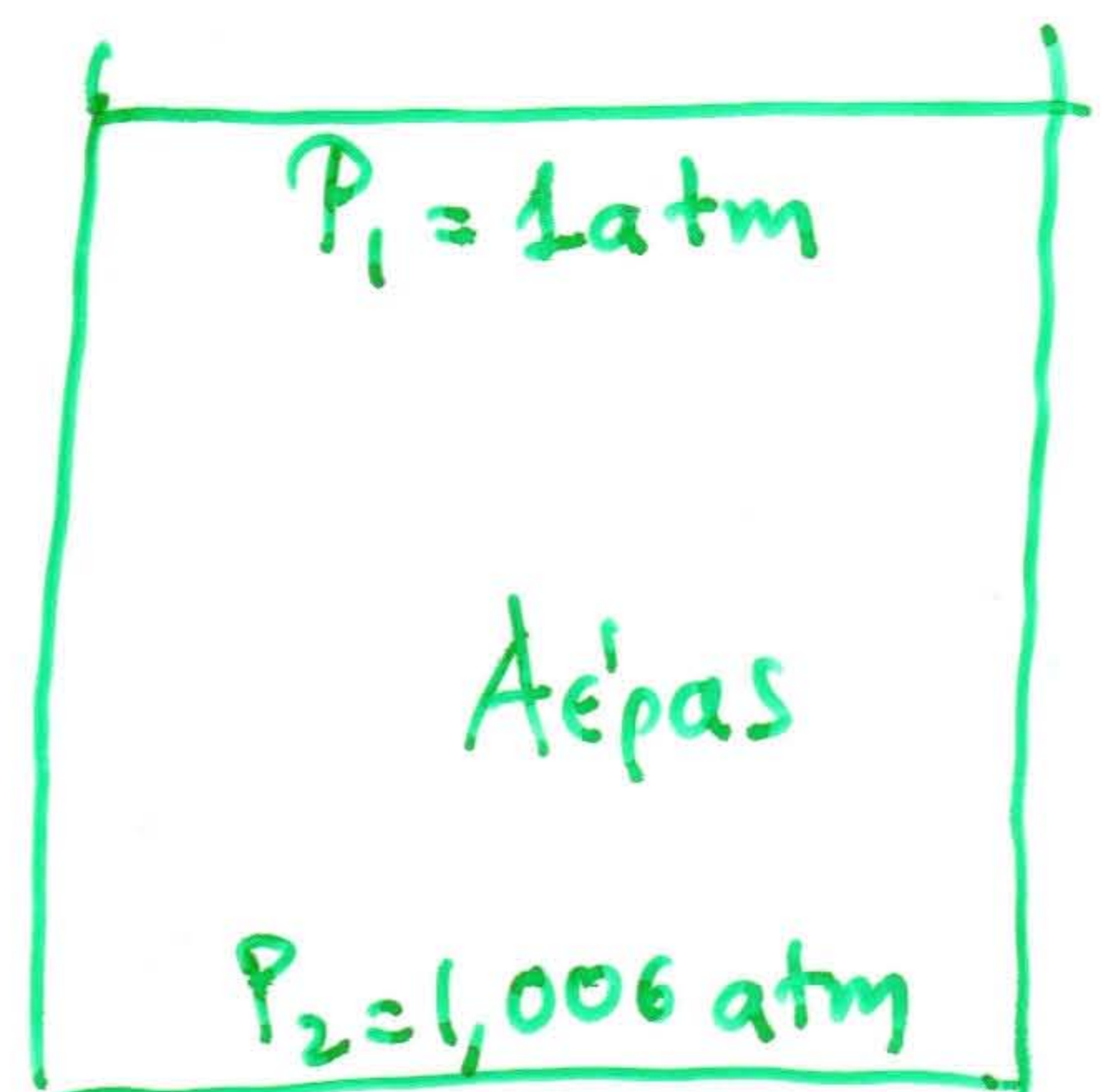
$P = \frac{F}{S}$ Δύναμη που ασκείται από ένα ρευστό ανά μονάδα επιφάνειας.

Υγρά + αέρια

Στα στερεά την ονομάζουμε τάση



Αύξηση πίεσης με βάθος λόγω βάρους υγρού από πάνω



Ίδια πίεση / πραγματικά παντού

Μονάδες πίεσης

16)

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

(Pascal)

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa} = 100 \text{ kPa} = 10^3 \text{ hPa}$$

$$1 \text{ atm} = 101,3250 \text{ kPa} = 1,01325 \text{ bar} = 1013,25 \text{ mbar}$$

~~1 atm = 14,696 psi~~ $1 \text{ atm} = 14,696 \text{ psi}$

Απόλυτη πίεση: (P_{abs}) : Είναι η πραγματική πίεση
σε ένα σημείο και μετρείται
σε σχέση με το απόλυτο κενό

Σχετική πίεση: Διαφορά μεταξύ απόλυτης πίεσης
(P_{gauge}) και της P_{atm}

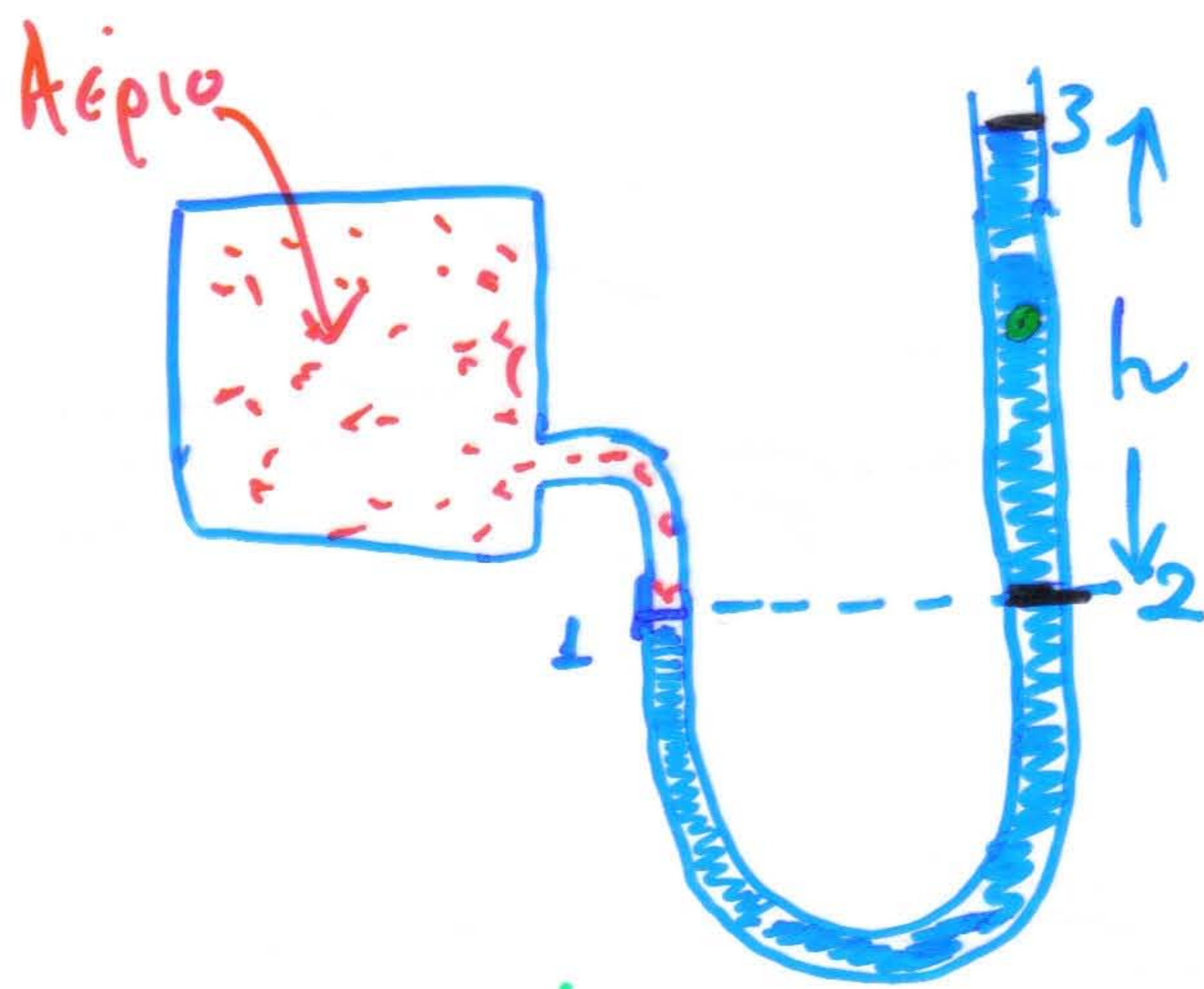
$$P_{gauge} = P_{abs} - P_{atm} \quad (\text{για πιέσεις μεγαλύτερες από } P_{atm})$$

$$P_{vac} = P_{atm} - P_{abs} \quad (\text{αν } P_{vac} < P_{atm})$$

↳ Πίεση κενού

Θα υπονοούμε με P την απόλυτη πίεση

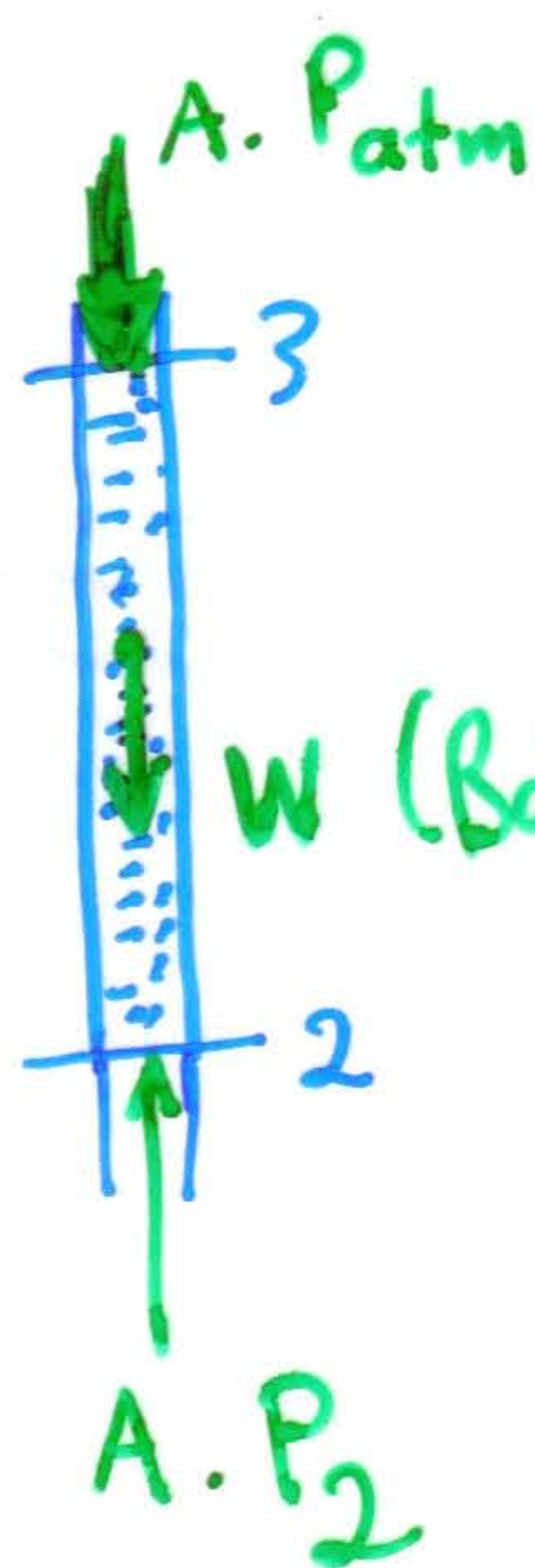
Μανόμετρο



Γυάλινο ή πλαστικό σωλήνας σε σχήμα U, όπου περιέχεται ρηστό, συνήθως υδράργυρος, γάλακτο, αλκοόλη ή λάδι.

$P_1 = P_2$ Η πίεση σε ένα ρηστό δεν μεταβάλλεται στην οριζόντια κατεύθυνση

A: Εμβαδόν διατομής



$$W \text{ (Βάρος στήλης)} = m \cdot g = \rho V \cdot g = \rho \cdot A h g$$

Ισορροπία δυνάμεων

$$A P_2 = A \cdot P_{atm} + W$$

$$A P_2 = A \cdot P_{atm} + \rho A h g$$

$$P_2 = P_{atm} + \rho g h$$

$$P_2 - P_{atm} = \Delta P = \rho g h$$

Υπερπίεση

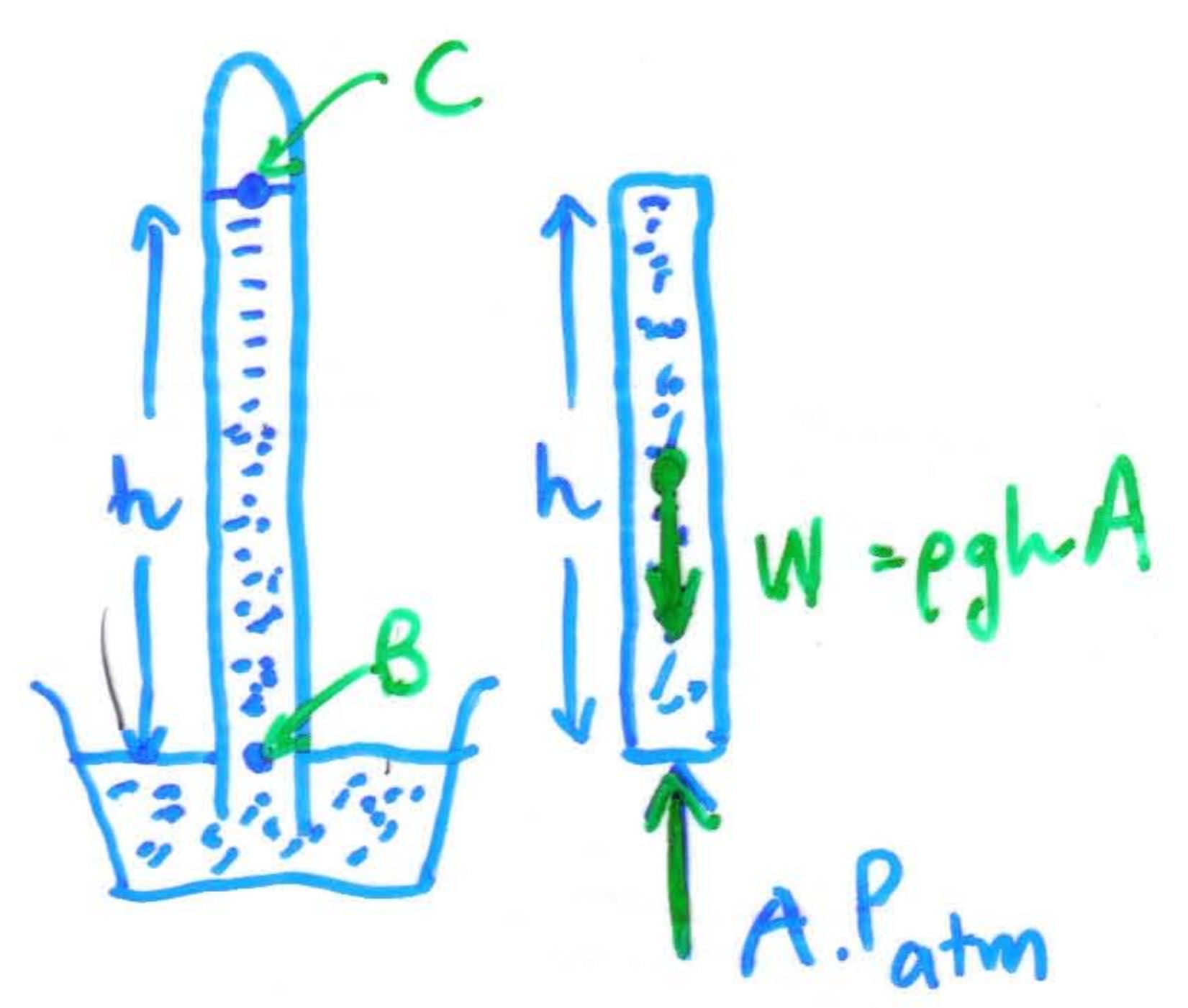
Ενδειξη μανομέτρου

Το εμβαδόν διατομής A δεν επηρεάζει την πίεση

Βαρόμετρο

Μέτρηση ατμοσφαιρικής πίεσης Torricelli 17^{ος} αι.

$P_c \approx 0$
 $P_B = P_{atm}$



Ισορροπία δυνάμεων: $A \cdot P_{atm} = \rho g h A \Rightarrow P_{atm} = \rho \cdot g \cdot h$

Κανονική ατμόσφαιρα $1 atm = 760 \text{ mm Hg}$

($\theta = 0^\circ C$
 $\rho_{Hg} = 13595 \frac{kg}{m^3}$
 $g = 9,8070 \frac{m}{s^2}$)

Αν αντί για υδράργυρος χρησιμοποιηθεί νερό ($\rho_{H_2O} = 1000 \frac{kg}{m^3}$)

$$\rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} = \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_{H_2O} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_{H_2O} = \frac{\rho_{Hg} \cdot h_{Hg}}{\rho_{H_2O}} = \frac{13595 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,76 m}{1000 \frac{kg}{m^3}} = 10,3 m$$

- $P_{atm} = 101,3250 \text{ kPa}$ (θαλάσσια)
- $= 89,88 \text{ kPa}$ (1000m)
- $= 79,50 \text{ kPa}$ (2000m)
- $= 26,50 \text{ kPa}$ (5000m)
- $= 5,53 \text{ kPa}$ (20,000m)

Βάρος αέρα πάνω από τη συγκεκριμένη τοποθεσία ανά μονάδα επιφανείας.

Ερώτηση αφομοίωσης

(19)

Η απόλυτη πίεση ενός υγρού διηλασιάζεται με το βάθος. Ξωπό ή λάθος; Γιατί;

Βοήθεια: Η απόλυτη πίεση ενός υγρού η επιφάνεια του οποίου είναι ελεύθερη στην ατμόσφαιρα, σε ένα βάθος h από την ελεύθερη επιφάνεια είναι $P = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h$ ($P = P_{abs}$)

Αρχικό βάθος $h_1 \rightarrow P_1$ Τελικό βάθος $h_2 = 2h_1 \rightarrow P_2$
Η αντιστοιχη σχετική πίεση ~~του~~ υγρού είναι $P_{\text{σχετ}} = P - P_{atm} = \rho g h$
Αποδείξτε ότι η $P_{\text{σχετ}}$ διηλασιάζεται με το βάθος (όχι όμως και η P)

Παράδειγμα: Σε μια τοποθεσία η ένδειξη των βαρομέτρων είναι 750 mm Hg. Να υπολογίσετε την ατμοσφαιρική πίεση σε hPa. Δίνονται $\rho_{Hg} = 13600 \text{ kg/m}^3$ και $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$$P_{atm} = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} = 13600 \cdot 9,81 \cdot 0,75 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 100062 \text{ Pa}$$

Θυμόμαστε ότι $1 \text{ hPa} = 10^2 \text{ Pa}$. Άρα $P_{atm} = 1000,62 \text{ hPa}$

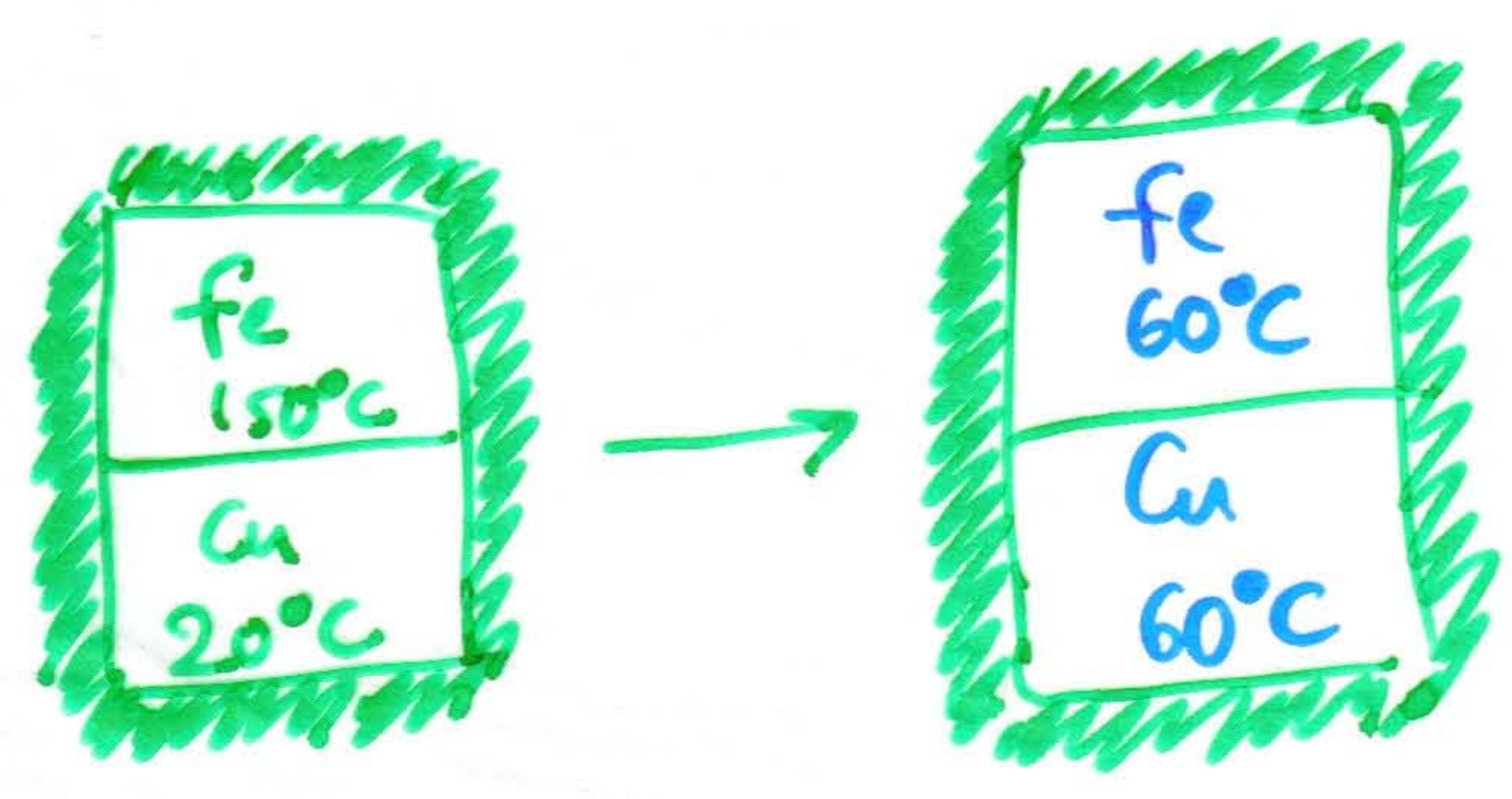
Θερμοκρασία και Μηδενικός Νόμος της Θερμοδυναμικής

Θερμοκρασία: Μέτρο του πόσο ζεστό ή κρύο οι αισθήσεις μας είναι υποκειμενικές (Μεταλλική κλίμακα - Ξύλινη κλίμακα)

Ευτυχώς, υπάρχουν αμετάβλητες ιδιότητες των υλικών που μεταβάλλονται με τη θερμοκρασία κατά τρόπο προβλεπόμενο και επαναληψίμο \rightarrow

\rightarrow Αμετάβλητη μέτρηση θερμοκρασίας

Π.χ. Υδραργυρικό θερμόμετρο σπρίτζ και στην διαστολή του υδραργύρου με τη θερμοκρασία



Μεταφορά θερμότητας
↓
Θερμική ισορροπία
(Εξίσωση θερμοκρασιών)

Μηδενικός νόμος θερμοδυναμικής (1931, μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης})

Όταν δύο σώματα βρίσκονται σε θερμική ισορροπία με ένα τρίτο, τότε είναι σε θερμική ισορροπία και μεταξύ τους.

Βάση για μέτρηση της θερμοκρασίας
Τρίτο σώμα το θερμόμετρο

Επαναδιατύπωση: Δύο σώματα βρίσκονται σε θερμική ισορροπία αόμα και όταν δεν βρίσκονται μεταξύ τους σε επαφή, αρκεί να έχουν την ίδια θερμοκρασία

Κλίμακες θερμοκρασίας

Κοινή βάση για μέτρηση θερμοκρασίας.

Βασίζονται σε κάποιες καταστάσεις ενός ουσιώματος που μπορούν εύκολα να αναπαραχθούν.

Σημείο τήξης νερού: Μίγμα νερού + πάγου σε ισορροπία με αέρα και υαροτόξιο σε ατμό σε $P_{atm} = 1 \text{ atm}$

Σημείο βρασμού νερού: Μίγμα υγρού νερού + υδρατμών σε ισορροπία σε $P_{atm} = 1 \text{ atm}$ (απουσία αέρα)