

Β' Λυκείου

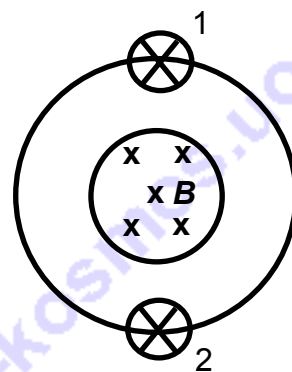
10 Μαρτίου 2012

Θεωρητικό Μέρος

Θέμα 1°

A. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις για μια μπαταρία είναι σωστή; Να εξηγήσετε πλήρως την απάντησή σας.

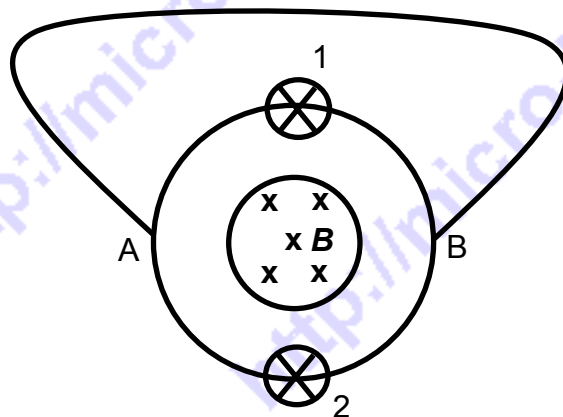
- α) Η μπαταρία εξαντλείται πιο γρήγορα όταν τη συνδέσουμε με δύο όμοιους λαμπτήρες συνδεδεμένους σε σειρά.
- β) Η μπαταρία εξαντλείται πιο γρήγορα όταν τη συνδέσουμε με τους ίδιους δύο όμοιους λαμπτήρες συνδεδεμένους παράλληλα.
- γ) Εξαντλείται στον ίδιο χρόνο και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις.



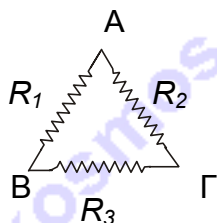
B. Ένα μακρύ σωληνοειδές με άξονα κάθετο στο επίπεδο της σελίδας διαρρέεται από μεταβαλλόμενο ρεύμα. Αγώγιμος βρόχος με δύο ίδιους λαμπτήρες συνδεδεμένους, περιβάλλει το σωληνοειδές ώστε το επίπεδο του βρόχου να είναι κάθετο στον άξονα του σωληνοειδούς όπως φαίνεται στο σχήμα.

i. Οι λαμπτήρες (1) και (2) θα φωτοβολούν ή όχι και γιατί;

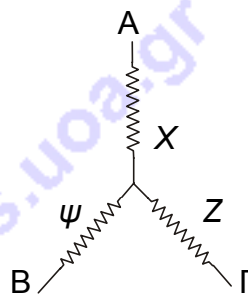
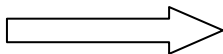
ii. Αν βραχυκυκλώσουμε με πρόσθετο σύρμα τα σημεία A και B όπως φαίνεται από το διπλανό σχήμα, τι θα συμβεί με τη φωτοβολία των λαμπτήρων (1) και (2); Να εξηγήσετε ποιοτικά και όχι αυστηρά την απάντησή σας.



Γ. Ένα σύστημα τριών αντιστάσεων R_1, R_2, R_3 συνδεδεμένων ώστε να σχηματίζουν Δέλτα αποδεικνύεται ότι είναι ισοδύναμο με ένα σύστημα τριών αντιστάσεων X, Ψ, Z οι οποίες σχηματίζουν αστέρα όπως φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα (1)

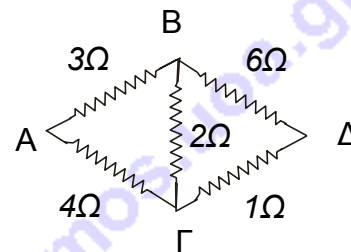


Σχήμα (2)

Με δεδομένες τις σχέσεις μετατροπής από Δέλτα (σχήμα 1) σε Αστέρα Σχήμα (2)

$$X = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \quad \Psi = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \quad Z = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Βρείτε την ισοδύναμη αντίσταση ως προς τα άκρα Α και Δ του διπλανού συστήματος αντιστατών.



Θέμα 2°

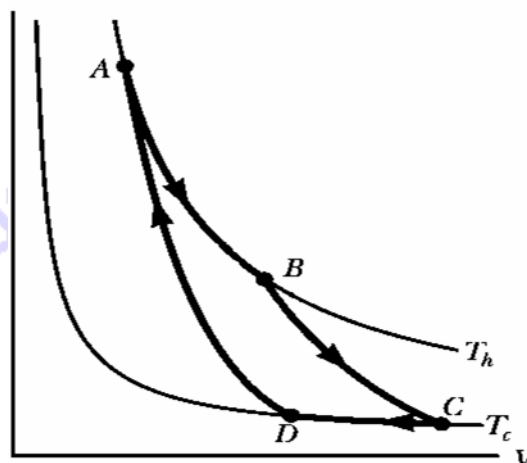
A. Ένα μονωμένο δοχείο έχει δύο διαμερίσματα χωρισμένα με μονωτικό τοίχωμα. Στο ένα διαμέρισμα το οποίο έχει όγκο V_1 υπάρχει ιδανικό μονοατομικό αέριο με πίεση P_1 και θερμοκρασία T_1 . Στο άλλο διαμέρισμα το οποίο έχει όγκο V_2 υπάρχει ιδανικό μονοατομικό αέριο με πίεση P_2 και θερμοκρασία T_2 . Αν αφαιρεθεί το τοίχωμα χωρίς παραγωγή έργου στο αέριο ποια η τελική θερμοκρασία του αερίου στο δοχείο σε σχέση με τα $P_1, V_1, T_1, P_2, V_2, T_2$.

B. Μια σφαιρική σταγόνα λαδιού έχει ηλεκτρικό φορτίο $q=3e$ όπου e το φορτίο του ηλεκτρονίου και ακτίνα $r=10^{-4}\text{cm}$. Ποια η οριακή ταχύτητα με την οποία πέφτει η σταγόνα μεταξύ δύο οριζόντιων πλακών οι οποίες κρατούνται σε διαφορά δυναμικού $V=1000\text{V}$ και σε απόσταση $L=2\text{cm}$ με τη θετική πλάκα πάνω και την αρνητική κάτω; Το μέτρο της αντίστασης του αέρα δίνεται από το νόμο του Stoke's $F_{\text{αντ}}=6\pi\eta r v$ όπου v η ταχύτητα της σταγόνας και $\eta=1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$ ένας συντελεστής που λέγεται ιξώδες του αέρα, στη θερμοκρασία που επικρατεί κατά τη διάρκεια του φαινομένου. Δίνονται: Η πυκνότητα του λαδιού $\rho=800 \text{ Kg m}^{-3}$, η πυκνότητα του αέρα $d=1,29\text{kg m}^{-3}$, το φορτίο του ηλεκτρονίου $e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ και η επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας $g=9,8 \text{ m/s}^2$. Θυμηθείτε επίσης ότι σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη, η άνωση στη σταγόνα από τον αέρα, ισούται με το βάρος του αέρα που εκτοπίζεται από τη σταγόνα και ότι ο όγκος σφαίρας είναι $\frac{4}{3} \pi r^3$.

Θέμα 3ο

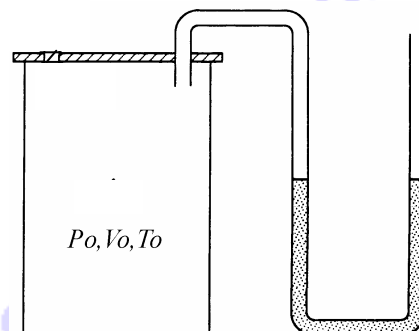
1mol ιδανικού αερίου με $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$ εκτελεί τον P

κύκλο Carnot ο οποίος περιγράφεται στο παρακάτω γράφημα. Στην κατάσταση A, η πίεση είναι $P_A=25\text{atm}$ και η θερμοκρασία $T_h=600\text{K}$. Στο σημείο C η πίεση είναι $P_C=1\text{atm}$ και η θερμοκρασία $T_C=400\text{K}$. Βρείτε το έργο που παράγεται από το αέριο ανά κύκλο. Δίνεται $R=8,31 \text{ J/mol K}$ ή $R=0,082 \text{ L atm/mol K}$.



Πειραματικό Μέρος

Σκοπός του πειράματος που περιγράφεται στο ζήτημα αυτό είναι ο καθορισμός του απολύτου μηδενός της θερμοκρασίας. Συνεπώς μη θεωρήσετε γνωστό το ότι το απόλυτο μηδέν βρίσκεται στους $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$. Το ιδανικό αέριο στο δοχείο έχει απόλυτη θερμοκρασία T_0 και $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ στην κλίμακα Κελσίου, καταλαμβάνει όγκο $V_0=0,333\text{ L}$ και το υγρό στο σωλήνα σχήματος U βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο και στους δύο κλάδους, πράγμα που σημαίνει ότι η πίεση που επικρατεί στο εσωτερικό του δοχείου είναι ίση με την ατμοσφαιρική πίεση P_0 .



Ζεσταίνουμε το αέριο και παρατηρούμε ότι το επίπεδο του υγρού στον αριστερό κλάδο του σωλήνα κατέρχεται ενώ στον δεξιό ανέρχεται. Αυτό οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας του αερίου η οποία στην απόλυτη κλίμακα είναι $T=T_0+t$

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τη διαφορά ύψους h του επιπέδου του υγρού στους δύο κλάδους του σωλήνα υγρού στις αντίστοιχες θερμοκρασίες t στην κλίμακα Κελσίου.

$t\text{ (}^{\circ}\text{C)}$	$h\text{ (cm)}$
0	0
2	5,8
4	11,6
6	17,3
8	23,1
10	28,8

Από τις τιμές του h μπορούμε να καθορίσουμε τις τιμές της μεταβολής του όγκου ΔV και της μεταβολής της πίεσης ΔP για κάθε θερμοκρασία προκειμένου να βρούμε από πειραματικά δεδομένα την θερμοκρασία T_0 στην απόλυτη κλίμακα θερμοκρασίας συνεπώς και το απόλυτο μηδέν στην κλίμακα Κελσίου.

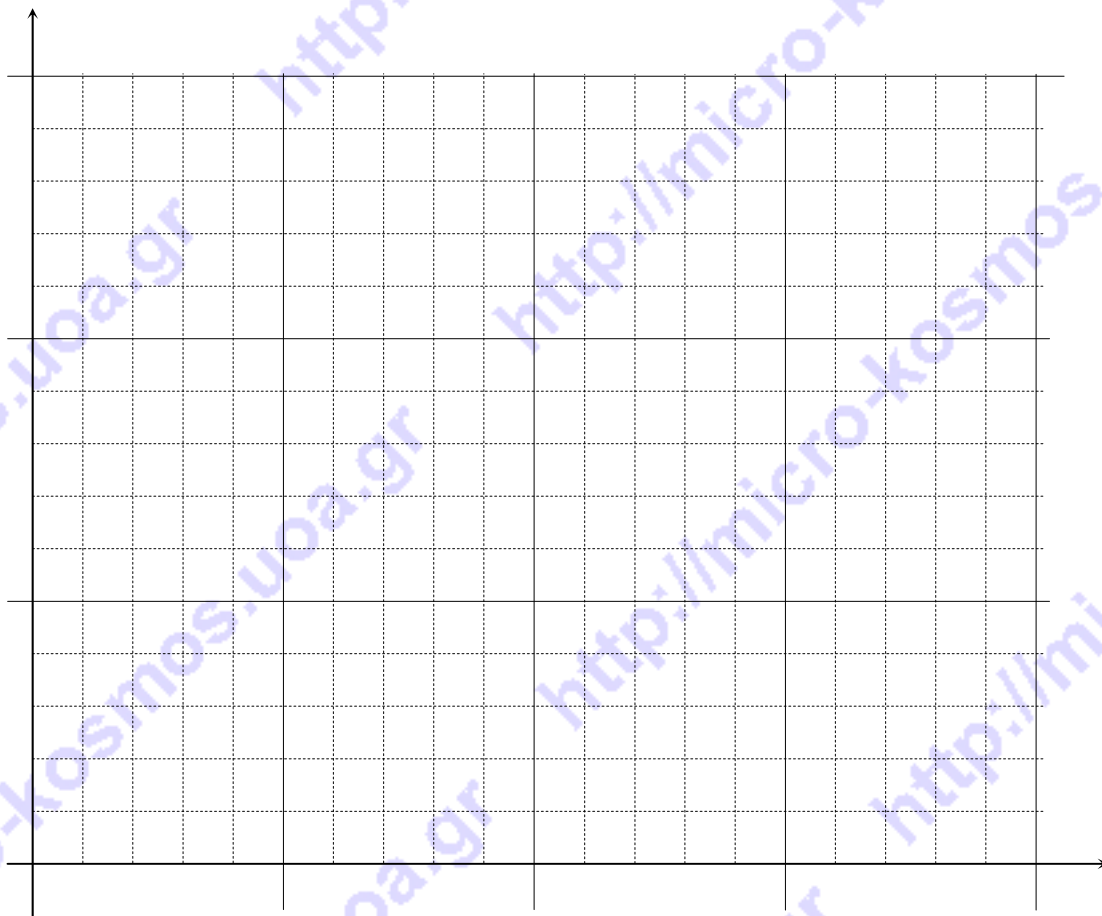
Δίνονται επίσης τα παρακάτω δεδομένα.

Πυκνότητα υγρού	$\rho=10^3\text{ kgm}^{-3}$
Επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας	$g=9,8\text{ m s}^{-2}$
Εσωτερική ακτίνα του σωλήνα	$r=2,5\text{ mm}$
Ατμοσφαιρική πίεση	$P_0=1\text{ atm}=101325\text{ Pa}$
Όγκος αερίου στους 0°C	$V_0=0,333\text{ L}$
Παγκόσμια σταθερά αερίων	$R=0,082\text{ atm L K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$
Αριθμός Avogadro	$N_A=6,0221367\text{ }10^{23}\text{ mol}^{-1}$

1. Η μεταβολή της πίεσης σε σχέση με το h δίνεται από τη σχέση $\Delta P = \rho g h$. Εκφράστε την αύξηση του όγκου ΔV του αερίου σε σχέση με τη διαφορά ύψους h .
2. Βρείτε μια σχέση της μορφής $Ah+Bh^2=Ct$ εφαρμόζοντας την καταστατική εξίσωση στην αρχική κατάσταση και σε μια τυχαία κατάσταση όπου η απόλυτη θερμοκρασία είναι T_0+t .
3. Για $h=28,8$ cm, ο λόγος $\frac{Bh^2}{Ah} = 0,0065$. Δηλαδή, ο όρος Bh^2 είναι αμελητέος σε σχέση με τον όρο Ah . Κατά συνέπεια, αμελώντας τον όρο Bh^2 βρείτε τη σχέση μεταξύ ύψους h και θερμοκρασίας t .
4. Κάντε τη γραφική παράσταση του ύψους h σε σχέση με τη θερμοκρασία t και καθορίστε με τη βοήθειά της την τιμή της T_0 .
5. Με βάση την πειραματική τιμή του T_0 υπολογίστε τον αριθμό των μορίων του αερίου.

Αν θέλετε, μπορείτε να κάνετε κάποιο γράφημα σ' αυτή τη σελίδα και να την επισυνάψετε μέσα στο τετράδιό σας.

Επιλέξτε τους άξονες, τιλοδοτήστε και συμπεριλάβετε τις κατάλληλες μονάδες σε κάθε άξονα.

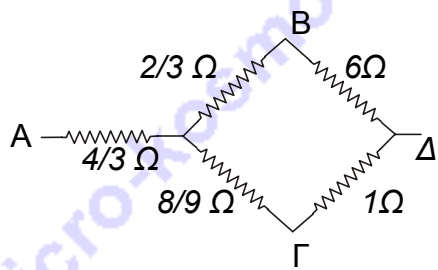


Συνοπτικές Απαντήσεις

Θεωρητικό Μέρος

Θέμα 1^ο :

- A.** Σωστή είναι η β διότι η μπαταρία αποδίδει πιο γρήγορα ενέργεια όταν οι λαμπτήρες είναι παράλληλα συνδεδεμένοι. Η ισχύς της μπαταρίας είναι $P=EI$ και το ρεύμα $I=E/R_{ολ}$ στην περίπτωση που οι λαμπτήρες είναι παράλληλα συνδεδεμένοι θα είναι μεγαλύτερο αφού η συνολική αντίσταση $R_{ολ}$ θα είναι μικρότερη.
- B.** i. Αφού μεταβάλλεται το ρεύμα στο σωληνοειδές θα μεταβάλλεται και το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του, συνεπώς και η μαγνητική ροή που διέρχεται από το βρόχο θα μεταβάλλεται με το χρόνο. Σύμφωνα με το νόμο της επαγωγής του Faraday θα εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή και επειδή σχηματίζεται κλειστό κύκλωμα οι λαμπτήρες θα ανάβουν το ίδιο αφού είναι ίδιοι και συνδεδεμένοι σε σειρά.
ii. Ο λαμπτήρας (1) δεν θα φωτοβολεί επειδή δε μεταβάλλεται η μαγνητική ροή στο βρόχο που σχηματίζεται πάνω όπως φαίνεται στο σχήμα, ενώ ο (2) θα φωτοβολεί περισσότερο από ότι πριν.
- Γ.** Εφαρμόζοντας τις σχέσεις μετατροπής έχουμε το διπλανό ισοδύναμο σύστημα του οποίου η ισοδύναμη αντίσταση προκύπτει περίπου $2,8\Omega$



Θέμα 2^ο

- A.** Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας:

$$U=U_1+U_2$$

οπότε $\frac{3}{2}(n_1 + n_2)RT = \frac{3}{2}n_1RT_1 + \frac{3}{2}n_2RT_2$ από την οποία

$$T = \frac{n_1T_1 + n_2T_2}{(n_1 + n_2)}$$

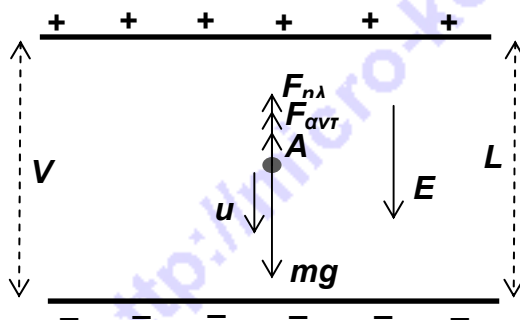
$$T = \frac{\frac{P_1V_1}{RT_1}T_1 + \frac{P_2V_2}{RT_2}T_2}{\frac{P_1V_1}{RT_1} + \frac{P_2V_2}{RT_2}}$$

$$T = \frac{(P_1V_1 + P_2V_2)T_1T_2}{(P_1V_1T_2 + P_2V_2T_1)}$$

- B.** Αν u η σταθερή οριακή ταχύτητα με την οποία πέφτει η σταγόνα από τον πρώτο νόμο του Newton θα είναι: $mg=A+F_{αντ}+F_{ηλ}$ οπότε

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g = \frac{4}{3}\pi r^3 dg + 6\pi r u + \frac{qV}{L} \quad (1)$$

Από την οποία προκύπτει ότι:



$$u = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 g(\rho - d) - (q \frac{V}{L})}{6\pi \eta r}$$

Και αντικαθιστώντας βρίσκουμε ότι: $u = 2,59 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$.

Στο κλασικό πείραμα Millikan χρησιμοποιήθηκε η ίδια διάταξη για τον καθορισμό του φορτίου του ηλεκτρονίου. Χρησιμοποιήθηκε όμως και ένα μικροσκόπιο για την εύρεση της οριακής ταχύτητας της σταγόνας και στη συνέχεια από την εξίσωση (1) υπολογίστηκε το φορτίο της σταγόνας.

Θέμα 3^ο

Η απόδοση του κύκλου είναι: $\epsilon = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 1 - \frac{400}{600} = \frac{1}{3}$

Το ζητούμενο έργο θα είναι: $W = eQ_h$ δηλαδή $W = \frac{Q_h}{3}$ (1)

Όμως $Q_h = W_{AB} = nRT_h \ln \frac{V_B}{V_A}$ (2)

Επίσης $P_A V_A = P_B V_B$ και $P_B V_B^\gamma = P_C V_C^\gamma$ από τις οποίες προκύπτει ότι:

$$V_B = \left(\frac{P_C V_C^\gamma}{P_A V_A} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \quad (3)$$

Όμως $V_A = \frac{nRT_h}{P_A} = 1,97 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και $V_C = \frac{nRT_c}{P_c} = 32,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

Από τα δεδομένα και αντικαθιστώντας τις παραπάνω τιμές στην (3) προκύπτει ότι:

$$V_B = 11,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Αντικαθιστώντας στην (2) προκύπτει ότι $Q_h = 8,97 \text{ kJ}$ και από την (1) τελικά $W = 2,99 \text{ kJ}$

Πειραματικό Μέρος

1. $\Delta V = \pi r^2 \frac{h}{2}$

2. $PV = (P_0 + \Delta P)(V_0 + \Delta V) = nR(T_0 + t)$
 $P_0 V_0 + P_0 \Delta V + V_0 \Delta P + \Delta P \Delta V = nRT_0 + nRt$
 $P_0 \Delta V + V_0 \Delta P + \Delta P \Delta V = nRt$

Αλλά $nR = \frac{P_0 V_0}{T_0} \Rightarrow P_0 \Delta V + V_0 \Delta P + \Delta P \Delta V = P_0 V_0 \frac{t}{T_0}$ (1)

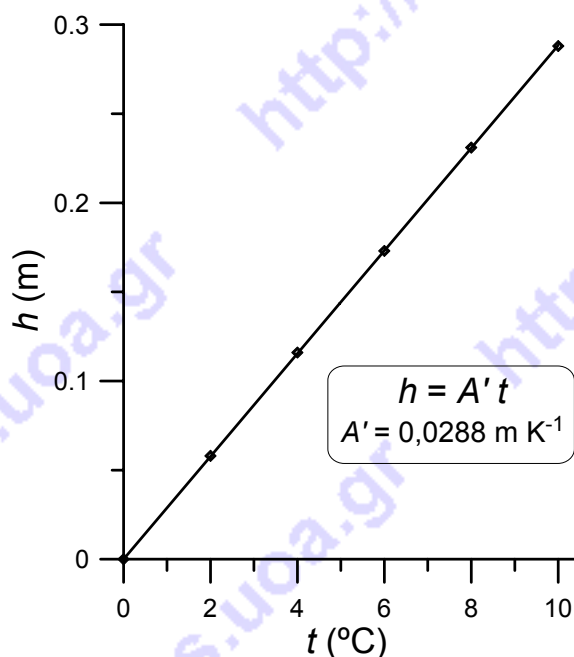
Όμως: $\Delta P = \rho g h$ και $\Delta V = \pi r^2 \frac{h}{2}$ οπότε η (1) δίνει:

$P_0 \frac{1}{2} \pi r^2 h + V_0 \rho g h + \rho g h \frac{1}{2} \pi r^2 h = P_0 V_0 \frac{t}{T_0}$ Από την οποία παίρνουμε:

$$\left(\underbrace{\frac{1}{2} P_0 \pi r^2 + \rho g V_0}_A \right) h + \underbrace{\frac{1}{2} \rho g \pi r^2}_B h^2 = \underbrace{\frac{P_0 V_0}{T_0}}_C t$$

3. $Ah = \frac{P_0 V_0}{T_0} t$ και αντικαθιστώντας $h = \frac{7,82}{T_0} t$

4.



$$A' = \frac{7,82}{T_0} = 0,0288 \text{ mK}^{-1} \quad \text{ΟΠΌΤΕ} \quad T_0 = \frac{7,82 \text{ m}}{0,0288 \text{ mK}^{-1}} = 275 \text{ K}$$

5. $P_0 V_0 = nRT_0 \quad \Rightarrow \quad n = \frac{P_0 V_0}{RT_0}$

$$n = \frac{1 \text{ atm} * 0,333 \text{ L}}{0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} * 275 \text{ K}} = 0,01476 \text{ mol}$$

$$N = nN_A = 8,8886737 * 10^{21}$$