

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

A. ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ – ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ

1. Η πίεση του αέρα στα λάστιχα ενός ακίνητου αυτοκινήτου με θερμοκρασία $\theta_1=7^\circ\text{C}$ είναι $P_1=3 \text{ atm}$. Κατά την διάρκεια του ταξιδιού η θερμοκρασία στα λάστιχα ανεβαίνει στους $\theta_2=27^\circ\text{C}$, ενώ ο όγκος τους παραμένει σταθερός. Πόση νομίζετε ότι είναι τώρα η πίεση του αέρα στα λάστιχα;

(Απ.: 3,21 atm)

2. Σε δοχείο σταθερού όγκου περιέχεται ιδανικό αέριο. Αυξάνουμε την θερμοκρασία του αερίου κατά 100°C , οπότε η πίεση του αερίου αυξάνεται κατά 50%. Να βρείτε την αρχική και την τελική θερμοκρασία του αερίου σε $^\circ \text{C}$.

(Απ.: -73°C , 27°C)

3. Ένα ιδανικό αέριο παθαίνει ισοβαρή μεταβολή. Αυξάνοντας την θερμοκρασία κατά 120°C , ο όγκος του αερίου αυξάνει κατά 50%. Να βρεθεί η αρχική και η τελική θερμοκρασία του αερίου.

(Απ.: 240 K, 360 K)

4. Η πίεση στον πυθμένα μιας λίμνης είναι $2,533 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και η θερμοκρασία 7°C . Μια φυσαλίδα αέρα ανεβαίνει από τον πυθμένα της λίμνης στην επιφάνειά της, όπου η θερμοκρασία είναι 27°C και η πίεση $1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Να βρείτε τον λόγο των όγκων της φυσαλίδας στον πυθμένα και την επιφάνεια της λίμνης.

(Απ.: $V_1/V_2=0,373$)

5. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου σε θερμοκρασία 27°C , καταλαμβάνει όγκο 10 L και ασκεί πίεση 10^6 N/m^2 στο έμβολο του δοχείου που την περιέχει. Αυξάνεται η θερμοκρασία του αερίου κατά 100°C , οπότε η πίεση του αυξάνει κατά 20%. Πόσος είναι ο νέος όγκος του αερίου;

(Απ.: 11,1 L)

6. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου καταλαμβάνει όγκο $V_1=0,29 \text{ L}$, ασκεί πίεση $P_1=0,82 \text{ atm}$ και έχει θερμοκρασία $\theta_1=17^\circ \text{C}$.

α. Να υπολογίσετε τον αριθμό των moles του αερίου.

β. Αν η γραμμομοριακή μάζα του αερίου ισούται με 29 g/mol , να υπολογίσετε την πυκνότητα του αερίου.

γ. Διπλασιάζουμε την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου και ταυτόχρονα υποτριπλασιάζουμε τον όγκο του. Να υπολογίσετε την τελική πίεση του αερίου. Δίνονται

$$R=0,082 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \text{ και } 1 \text{ atm}=10^5 \text{ N/m}^2.$$

(Απ.: 0,01 mol, 1 g/L, 4,92 atm)

7. Σε μια προσπάθεια να ανακαλύψουν το βάθος στο βαθύτερο σημείο της θαλάσσιας περιοχής της Σαντορίνης οι άνθρωποι του Zac Cousteau έκαναν το εξής πείραμα: Κατέβηκαν με το βαθυσκάφος στο σημείο αυτό και δημιούργησαν μια φυσαλίδα όγκου 1 cm^3 . Ταυτόχρονα μέτρησαν τη θερμοκρασία που σε εκείνο το βάθος βρέθηκε $\theta_1=22^\circ \text{C}$. Η

φυσαλίδα αυτή έφθασε στην επιφάνεια της θάλασσας όπου η θερμοκρασία ήταν $\theta_2=27^\circ\text{C}$, έχοντας όγκο 60 cm^3 . Ποιο ήταν το βάθος;

Θεωρείστε την πυκνότητα του θαλάσσιου νερού $d=10^3\text{ kg/m}^3$, την ατμοσφαιρική πίεση $P_0=10^5\text{ N/m}^2$ και την επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{ m/s}^2$, ενώ θυμηθείτε ότι η υδροστατική πίεση δίνεται από τη σχέση $P_{\text{υδρ}}=d\cdot g\cdot h$.

(Απ.: 580 m)

8. Ιδανικό αέριο βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο, το πάνω μέρος του οποίου κλείνεται με εφαρμοστό έμβολο. Αρχικά το αέριο βρίσκεται σε κατάσταση Α, όγκου $V_A=8\text{ L}$, πίεσης $P_A=2\text{ atm}$ και θερμοκρασίας $T_A=400\text{ K}$. Μετακινούμε προς τα κάτω το έμβολο, ώστε το έμβολο, ώστε ο όγκος του αερίου να μειωθεί στο $\frac{1}{4}$ της αρχικής του τιμής

και η πίεσή του να γίνει ίση με $P_B=6\cdot 10^5\text{ N/m}^2$. Να υπολογίσετε:

- τον αριθμό των moles του αερίου,
- την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου στην τελική κατάσταση.

Δίνονται $R=\frac{25}{3}\cdot\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ και $1\text{ atm}=10^5\text{ N/m}^2$.

(Απ.: 0,48 mol, 300 K)

9. Ένα δοχείο περιέχει 3 g υδρογόνου υπό πίεση $P_1=10^5\text{ N/m}^2$. Ποια θα είναι η πίεση στο δοχείο αν το υδρογόνο αντικατασταθεί από 2 g αζώτου στην ίδια θερμοκρασία; Δίνονται οι σχετικές μοριακές μάζες των αερίων $M_{\text{H}}=2\cdot 10^{-3}\text{ kg/mol}$ και $M_{\text{N}}=28\cdot 10^{-3}\text{ kg/mol}$.

(Απ.: $4,76\cdot 10^3\text{ N/m}^2$)

10. Σε 1 L ιδανικού αερίου σε πίεση $P=10^5\text{ N/m}^2$ και θερμοκρασία $T=300\text{ K}$, υπάρχουν $N=10^{20}$ μόρια αερίου. Στο εργαστήριο μπορούν να επιτευχθούν πολύ χαμηλές πιέσεις (υψηλό κενό) έως $P'=13\cdot 10^{-10}\text{ N/m}^2$. Να υπολογίσετε τον αριθμό των μορίων αερίου που θα περιέχονται σε δοχείου όγκου 1 L, σε πίεση $P'=13\cdot 10^{-10}\text{ N/m}^2$ και σε θερμοκρασία $T=300\text{ K}$.

(Απ.: $13\cdot 10^5$ μόρια)

11. Ένα ανοικτό δοχείο περιέχει αέρα σε αρχική θερμοκρασία $\theta_1=20^\circ\text{C}$. Πόσο τοις εκατό μάζα αέρα θα διαφύγει από το δοχείο, αν η θερμοκρασία του αέρα γίνει $\theta_2=120^\circ\text{C}$;

(Απ.: 25,4%)

12. Φιάλη περιέχει $20\cdot 10^{-3}\text{ kg O}_2$ υπό πίεση $4\cdot 10^5\text{ N/m}^2$ και θερμοκρασία 60°C . Μετά παρέλευση αρκετού χρόνου, λόγω διαρροής O_2 , η μεν πίεση ελαττώνεται στα $3\cdot 10^5\text{ N/m}^2$, η δε θερμοκρασία στους 40°C . Να υπολογιστούν:

- Ο όγκος της φιάλης.
- Η μάζα του O_2 που διέφυγε

Δίνεται η γραμμομοριακή μάζα του O_2 $32\cdot 10^{-3}\text{ kg/mol}$ και η παγκόσμια σταθερά των αερίων $R=8,314\text{ Joule}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

(Απ.: 4,3 L, 4 g)

13. Ποσότητα H_2 βρίσκεται σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο το οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Η πίεση του αερίου ισούται με $P_1=0,82\text{ atm}$, ο όγκος του είναι $V_1=20\text{ L}$ και η απόλυτη θερμοκρασία του ισούται με $T_1=400\text{ K}$.

- Να υπολογίσετε τον αριθμό των moles του αερίου.

β. Εισάγουμε στο δοχείο ορισμένη ποσότητα H_2 και παρατηρούμε ότι ο όγκος του αερίου διπλασιάστηκε, η πίεση παρέμεινε σταθερή και η απόλυτη θερμοκρασία του έγινε $T_2 = \frac{5}{4} \cdot T_1$. Να υπολογίσετε την μάζα του H_2 που εισάγαμε στο δοχείο.

γ. Στη συνέχεια το H_2 που βρίσκεται μέσα στο δοχείο υποβάλλεται σε ισοβαρή μεταβολή μέχρι να αποκτήσει τον αρχικό όγκο V_1 . Να υπολογίσετε την τελική απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

Δίνονται $R = 0,082 \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$ και η σχετική μοριακή μάζα του H_2 : $M_{rH} = 2$.

Θεωρήστε ότι το H_2 που βρίσκεται στο δοχείο συμπεριφέρεται ως ιδανικό αέριο.

(Απ.: 0,5 mol, 0,6 g, 250 K)

14. Ένα μετεωρολογικό μπαλόνι περιέχει αρχικά 800 g ηλίου (He). Το μπαλόνι βρίσκεται σε συγκεκριμένο ύψος, έχει όγκο $V_1 = 10 \text{ m}^3$ και η θερμοκρασία του He μέσα σε αυτό είναι $\theta_1 = -23 \text{ }^\circ\text{C}$. Κάποια στιγμή αρχίζει διαρροή του He με αποτέλεσμα το μπαλόνι να χάνει ύψος. Τελικά, η διαρροή σταματά όταν ο όγκος του μπαλονιού γίνει ίσος με $V_2 = 4,5 \text{ m}^3$. Στο ύψος αυτό η θερμοκρασία του He μέσα στο μπαλόνι είναι $\theta_2 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ και η πίεση του διπλάσια της αρχικής. Να υπολογίσετε:

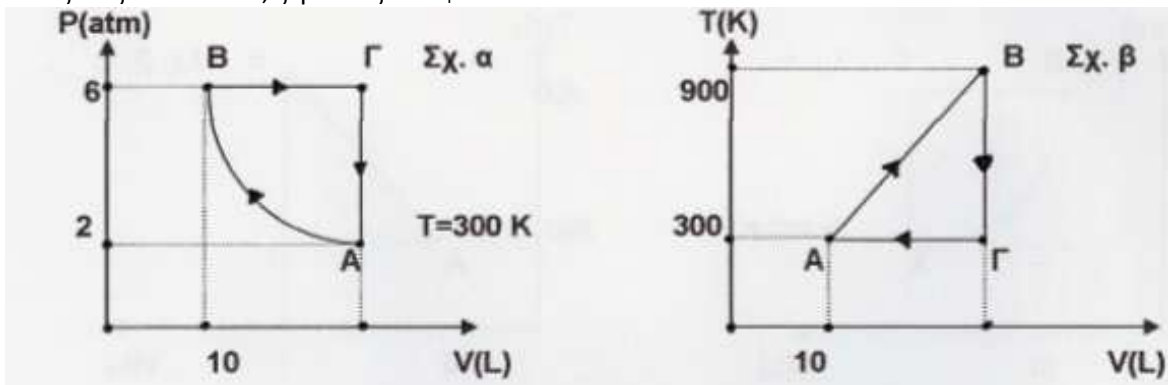
- την αρχική πίεση του αερίου He,
- την μάζα του He που διέφυγε από το μπαλόνι.

Δίνονται $R = \frac{25}{3} \cdot \frac{J}{mol \cdot K}$ και η σχετική μοριακή μάζα του He: $M_{rHe} = 4$.

(Απ.: 41550 N/m², 200 g)

15. i) Αποδώστε την κυκλική μεταβολή του σχήματος (α) που εικονίζεται παρακάτω, σε άξονες P-T και V-T.

ii) Κάντε το ίδιο και στην κυκλική μεταβολή του σχήματος (β) αποδίδοντας την σε άξονες P-V και P-T, ξέροντας ότι $P_f = 5 \text{ atm}$.



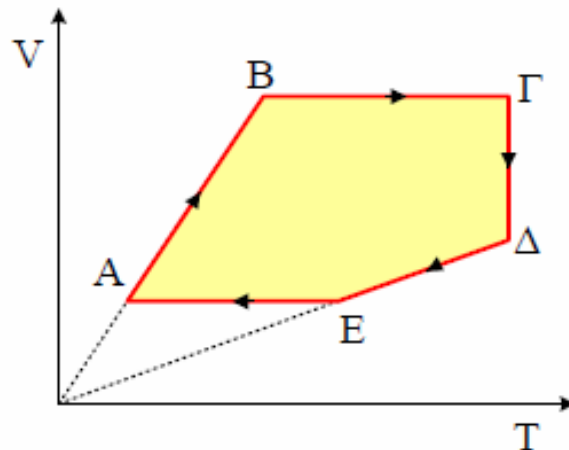
16. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου αρχικής πίεσης $P_A = 16 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι ο όγκος του να οκταπλασιασθεί και στην συνέχεια συμπιέζεται ισοβαρώς μέχρι ο όγκος να γίνει το μισό του όγκου που είχε πριν την αρχική ισόθερμη εκτόνωση.

- Να αποδοθούν οι μεταβολές σε διαγράμματα P-V, V-T και P-T.
- Να βρεθεί η τελική πίεση του αερίου.
- Να βρεθεί η τελική πυκνότητα του αερίου σε mol/m^3 , αν η αρχική του

θερμοκρασία είναι $1200 \text{ }^\circ\text{K}$. Δίνεται $R = 8,315 \frac{J}{mol \cdot K}$.

(Απ.: $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, 20 mol/m^3)

17 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η κυκλική μεταβολή ενός αερίου σε διάγραμμα V-T.



- Πως ονομάζονται οι επιμέρους μεταβολές;
- Να παραστήσετε ποιοτικά τις μεταβολές σε διαγράμματα P-V και P-T.

18. Μια ποσότητα ιδανικού αερίου $n=0,24$ mol εκτελεί κυκλική μεταβολή μεταξύ των καταστάσεων A, B και Γ, με δεδομένα $P_A=2 \cdot 10^5$ N/m², $V_A=4$ L και $V_\Gamma=8$ L. Οι μεταβολές είναι οι ακόλουθες:

A-B: Ισόχωρη ψύξη, B-Γ: Ισοβαρής θέρμανση, Γ-A: Ισόθερμη συμπίεση. Αν δίνεται η σταθερά $R=8,333 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ να αποδοθούν οι μεταβολές σε διαγράμματα P-V, P-T και V-T υπολογίζοντας για κάθε κατάσταση όλες τις τιμές πίεσης, θερμοκρασίας και όγκου.

19. $n = \frac{2}{R}$ mol ιδανικού αερίου (όπου R η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων

σε $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$) βρίσκονται στην κατάσταση A, πίεσης P_A , όγκου $V_A=4$ L και θερμοκρασίας

$T_A=400$ K. Θερμαίνουμε αργά το αέριο υπό σταθερή πίεση μέχρι η θερμοκρασία του να τριπλασιαστεί (κατάσταση B) και στη συνέχεια το ψύχουμε υπό σταθερό όγκο μέχρι η πίεσή του να υποδιπλασιαστεί (κατάσταση Γ).

- Να χαρακτηρίσετε το είδος της μεταβολής.
- Να υπολογίσετε την αρχική πίεση του αερίου.

γ. Να υπολογίσετε τον όγκο και την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου στις καταστάσεις B και Γ.

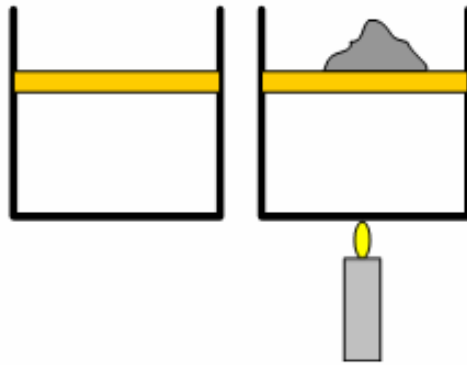
δ. Να σχεδιάσετε τα διαγράμματα P-V, V-T και P-T σε βαθμολογημένους άξονες για την διεργασία A→B→Γ.

Δίνεται $1 \text{ atm}=10^5$ N/m².

(Απ.: $2 \cdot 10^5$ N/m², $12 \cdot 10^{-3}$ m³, 600 K)

20 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο με κατακόρυφο άξονα, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα, που κλείνεται στο πάνω μέρος με έμβολο εμβαδού 10 cm^2 και μάζας 2 kg. Η θερμοκρασία του αερίου είναι 27°C. Θερμαίνουμε το αέριο και για να μην μετακινείται το έμβολο ρίχνουμε αργά-αργά πάνω στο έμβολο άμμο. Κάποια στιγμή με αυτόν τον τρόπο έχουμε προσθέσει 2 kg άμμου. Ποια η θερμοκρασία του αερίου αυτή τη στιγμή;

Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση $P_{\text{atm}}=10^5$ N/m² και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10$ m/s².



(Απ.: 350 K)

21. 0,121 mol αερίου είναι εγκλωβισμένα σε κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο, με εμβαδόν βάσης $A=3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$, το οποίο στο επάνω μέρος του κλείνεται με έμβολο βάρους $W=60 \text{ N}$. Το έμβολο ισορροπεί σε ύψος h από τη βάση. Η θερμοκρασία του αερίου μέσα στο δοχείο είναι 27°C και η ατμοσφαιρική πίεση $1,01 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Αν $R=8,31 \text{ Joule/(mol.K)}$, να βρεθεί το ύψος h .

(Απ.: 83,1 cm)

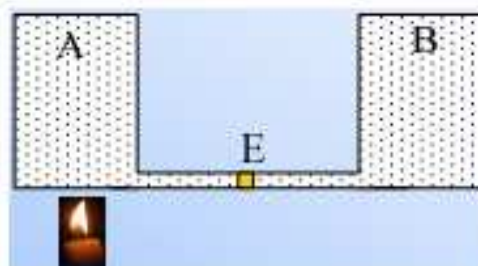
22 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο που κλείνεται με έμβολο εμβαδού 10 cm^2 και βάρους 20 N . Όταν είναι οριζόντιο το δοχείο, το έμβολο απέχει από τον πυθμένα 24 cm .



Πόσο απέχει όταν είναι κατακόρυφο με το έμβολο πάνω και πόσο όταν είναι κατακόρυφο με το έμβολο κάτω;
 Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση $P_{\text{atm}}=10^5 \text{ N/m}^2$ και ότι η θερμοκρασία καθ' όλη την διάρκεια της μεταβολής παραμένει σταθερή.

(Απ.: 20 cm, 30 cm)

23. Δύο ίσα δοχεία A και B όγκου V περιέχουν σε κανονικές συνθήκες (s.t.p), το A οξυγόνο και το B άζωτο και συγκοινωνούν μεταξύ τους με λεπτό και μεγάλο επιμήκη σωλήνα, που έχει διατομή $A=2 \text{ mm}^2$ και έχει στη μέση μια σταγόνα υδραργύρου (E). Η χωρητικότητα κάθε δοχείου μέχρι την σταγόνα του υδραργύρου είναι $V_0=200 \text{ cm}^3$. Θερμαίνουμε την σφαίρα A κατά $\Delta\theta=10^\circ\text{C}$.



Να βρεθεί κατά πόσο θα μετακινηθεί η σταγόνα του υδραργύρου.

(Απ.: 179,86 cm)

24. Τα δύο όμοια δοχεία A και B του σχήματος που ακολουθεί κλείνονται με έμβολο που μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Τα δοχεία περιέχουν ποσότητες από δύο ιδανικά αέρια θερμοκρασίας $T_1=350^\circ\text{K}$. Θερμαίνουμε το ένα δοχείο μέχρι η θερμοκρασία του να γίνει $T_2=450^\circ\text{K}$, ενώ το άλλο διατηρείται στην αρχική του κατάσταση. Αν η αρχική απόσταση των εμβόλων από τις βάσεις των δοχείων ήταν $h=60\text{ cm}$, να υπολογίσετε τη μετατόπιση Δx του εμβόλου μετά την θέρμανση του δοχείου και την αποκατάσταση της ισορροπίας.



(Απ.: 7,5 cm)

25. Δύο δοχεία A και B συνδέονται με μακρύ σωλήνα διατομής $A=1\text{ mm}^2$ ο οποίος διαχωρίζεται σε δύο τμήματα με την βοήθεια σταγόνας υδραργύρου που ισορροπεί. Ο όγκος κάθε δοχείου μέχρι την σταγόνα είναι $V_A=400\text{ cm}^3$ και $V_B=800\text{ cm}^3$ και οι αρχικές θερμοκρασίες $T_A=400^\circ\text{K}$ και $T_B=300^\circ\text{K}$. Θερμαίνεται το πρώτο δοχείο στους 500°K και ψύχεται το δεύτερο στους 250°K . Να βρείτε την μετατόπιση της σταγόνας υδραργύρου από την αρχική έως την τελική θέση ισορροπίας.

(Απ.: 114 m)

26. Ένα κυλινδρικό δοχείο έχει βάση εμβαδού $A=1200\text{ cm}^2$ και κλείνεται με έμβολο μάζας $m=185\text{ kg}$ που μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Το δοχείο περιέχει $n=20\text{ mol}$ ιδανικού αερίου θερμοκρασίας $\theta_1=25^\circ\text{C}$. Θερμαίνουμε το αέριο μέχρι που η θερμοκρασία του γίνεται $\theta=75^\circ\text{C}$. Να υπολογίσετε το διάστημα Δx κατά το οποίο μετακινείται το έμβολο αν είναι γνωστή η εξωτερική πίεση $P_0=10^5\text{ N/m}^2$. Δίνεται η παγκόσμια σταθερά των αερίων $R=8,31\text{ Joule}/(^\circ\text{K}\cdot\text{mol})$ και $g=10\text{ m/s}^2$.

(Απ.: 60 cm)

27. Δύο δοχεία με ίσους όγκους συνδέονται με σωλήνα ασήμαντου όγκου και περιέχουν ιδανικό αέριο θερμοκρασίας, $\theta=27^\circ\text{C}$. Θερμαίνουμε το ένα δοχείο σε θερμοκρασία $\theta_1=127^\circ\text{C}$. Σε ποια θερμοκρασία πρέπει να ψυχθεί το άλλο δοχείο ώστε η πίεση στο σύστημα να παραμείνει σταθερή. Η διαστολή των δοχείων και η απώλεια θερμότητας είναι ασήμαντη.

(Απ.: -33°C)

28. Δύο δοχεία A και B με όγκους V και $3V$ συνδέονται με σωλήνα ασήμαντου όγκου και περιέχουν ιδανικό αέριο θερμοκρασίας, $\theta=27^\circ\text{C}$. Θερμαίνουμε το δοχείο A σε θερμοκρασία $\theta_1=127^\circ\text{C}$. Σε ποια θερμοκρασία πρέπει να ψυχθεί το άλλο δοχείο ώστε η πίεση στο σύστημα να παραμείνει σταθερή. Η διαστολή των δοχείων και η απώλεια θερμότητας είναι ασήμαντη.

(Απ.: 4°C)

29. Δύο δοχεία που είναι θερμικά μονωμένα από το περιβάλλον έχουν όγκους $V_1=2\text{ L}$ και $V_2=4\text{ L}$ και συνδέονται με θερμικά μονωμένο σωλήνα που κλείνεται με στρόφιγγα. Τα δοχεία περιέχουν $n_1=0,3\text{ mol}$ και $n_2=0,8\text{ mol}$ αντίστοιχα ενός ιδανικού αερίου σε θερμοκρασίες $T_1=350^\circ\text{K}$ και $T_2=450^\circ\text{K}$. Ποια είναι η πίεση του αερίου σε κάθε δοχείο; Στη συνέχεια ανοίγουμε την στρόφιγγα και περιμένουμε μέχρι να αποκατασταθεί θερμοδυναμική ισορροπία. Να υπολογίσετε τη θερμοκρασία του αερίου αν η τελική πίεση είναι $P=6,44\cdot 10^5\text{ N/m}^2$. Θεωρούμε ότι ο σωλήνας έχει αμελητέα θερμοχωρητικότητα και όγκο. Δίνεται $R=8,314\text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$.

(Απ.: $4,4\cdot 10^5\text{ N/m}^2$, $7,5\cdot 10^5\text{ N/m}^2$, $422,7^\circ\text{K}$)

B. ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

30. Σε θερμοκρασία $T_1=300$ K, τα άτομα του ηλίου (He) έχουν την ίδια ενεργό ταχύτητα με εκείνη των μορίων του αζώτου (N_2) σε θερμοκρασία T_2 .

α. Ποια είναι η ενεργός ταχύτητα των μορίων του ηλίου;

β. Ποια είναι η θερμοκρασία T_2 των μορίων του αζώτου;

Δίνονται οι σχετικές μοριακές μάζες $M_{He}=4 \cdot 10^{-3}$ kg/mol, $M_{N_2}=28 \cdot 10^{-3}$ kg/mol και η παγκόσμια σταθερά των αερίων $R=8,314$ J/(mol.K) .

(Απ.: 1367.7 m/s, 2100 K)

31. Για αέριο ήλιο (με σχετική ατομική μάζα $A_r=4 \cdot 10^{-3}$ kg/mol) να βρείτε:

α. Την μέση μεταφορική κινητική ενέργεια σε θερμοκρασία 300 K;

β. Την μέση τιμή του τετραγώνου της ταχύτητας;

γ. Την ορμή κάθε μορίου του ηλίου με δεδομένο ότι η ταχύτητά του είναι ίση με την ενεργό ταχύτητά του $u_{εν}$;

δ. Τα μόρια με αυτή την ταχύτητα που απαιτούνται για να προκληθεί πίεση 1 atm σε δοχείο όγκου 1 L;

Δίνονται οι σταθερές $R=8,314 \frac{J}{mol.K}$, $N_A=6,023 \cdot 10^{23}$ μόρια/mol, $k=1.38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$.

(Απ.: $6,21 \cdot 10^{-21}$ J, $1,87 \cdot 10^6$ m²/s², $0,9 \cdot 10^{-23}$ kg.m/s, $2,41 \cdot 10^{22}$ μόρια)

32. A. Ορισμένη ποσότητα αργού, η σχετική μοριακή μάζα του οποίου είναι $M=40 \cdot 10^{-3}$ kg/mol, περιέχονται σε δοχείο όγκου 5 L υπό πίεση 1 atm και θερμοκρασία 300K.

i. Πόσα μόρια αργού περιέχονται στο δοχείο;

ii. Πόση είναι η ενεργός ταχύτητα των μορίων του;

B. Το αέριο εκτονώνεται υπό σταθερή πίεση μέχρι τετραπλασιασμό του όγκου του.

i. Ποιος ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων και των μέσων κινητικών ενεργειών πριν και μετά την μεταβολή;

ii. Με ποιον τρόπο θα μπορούσαμε να διπλασιάσουμε τον όγκο του αερίου χωρίς να μεταβληθεί η ενεργός ταχύτητα;

Δίνονται οι σταθερές $R=8,314$ J/(mol.K), $N_A=6,023 \cdot 10^{23}$ μόρια/mol και $1 \text{ atm}=10^5$ N/m².

(Απ.: $1,2 \cdot 10^{23}$ μόρια, 432,4 m/s, 1/2 και 1/4, ισόθερμα)

33. Ορισμένη ποσότητα ενός αερίου, όγκου $V_1=0,002$ m³ θερμαίνεται ισοβαρώς μέχρις ότου η ενεργός ταχύτητα των μορίων του να διπλασιαστεί. Να βρεθεί ο τελικός όγκος του αερίου.

(Απ.: 0,008 m³)

34. Να βρεθεί η % ισοβαρής αύξηση του όγκου ενός αερίου ώστε να τριπλασιαστεί η ενεργός ταχύτητα των μορίων του.

(Απ.: 800%)

35. Με δεδομένες τις σχέσεις:

$$P = \frac{1}{3} \cdot \rho \cdot \bar{u}^2 \quad \text{και} \quad E_k = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$$

να εξαγάγετε την καταστατική εξίσωση των αερίων.

36. Στο ίδιο δοχείο υπάρχουν σε θερμική ισορροπία N μόρια H_2 και $3N$ μόρια O_2 . Να συγκρίνετε για τα δύο αέρια:

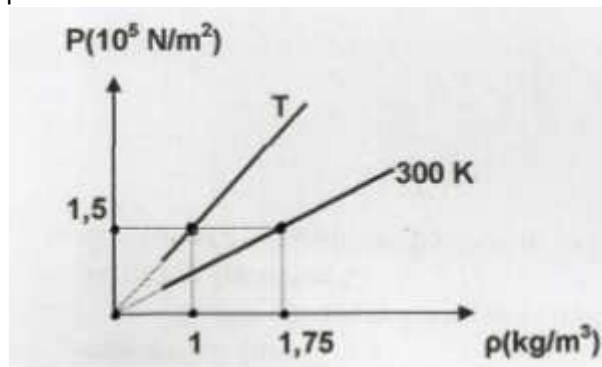
- τις μέσες κινητικές ενέργειες του κάθε μορίου τους, λόγω μεταφορικής κίνησης,
- τις τετραγωνικές ρίζες των μέσων τιμών των τετραγώνων των ταχυτήτων των μορίων τους.

Δίνονται για τα δύο αέρια οι σχετικές μοριακές μάζες $M_{υδρ}=2$ και $M_{οξυγ}=32$.

(Απ.: Ίσες, 4πλάσια του υδρογόνου)

37. Το διάγραμμα του ακόλουθου σχήματος δείχνει την μεταβολή της πίεσης ενός αερίου, συναρτήσει της πυκνότητας του, για δύο διαφορετικές θερμοκρασίες T και 300 K . Να βρεθούν:

- η ενεργός ταχύτητα u_r των μορίων του αερίου στην θερμοκρασία T και στους 300 K ,
- η θερμοκρασία T .



(Απ.: 671 m/s - 507 m/s , 525 K)

38. Ποσότητα αερίου Νέου βρίσκεται σε δοχείο όγκου V_1 , η πίεση του είναι P_1 και έχει απόλυτη θερμοκρασία T_1 . Η ρίζα της μέσης τιμής των τετραγώνων των ταχυτήτων των μορίων είναι $u_{εν}=500\text{ m/s}$.

- Να βρεθεί η θερμοκρασία T_1 .
- Διπλασιάζεται η πίεση του αερίου, υπό σταθερό όγκο, οπότε η θερμοκρασία του γίνεται T_2 . Να βρεθεί η τιμή της u_r στην θερμοκρασία T_2 .
- Να βρεθεί ο λόγος των μέσων κινητικών ενεργειών των μορίων για τις θερμοκρασίες T_1, T_2 .

Δίνεται η γραμμομοριακή μάζα Νέου $M=0,020\frac{\text{kg}}{\text{mol}}$ και η σταθερά $R=8,31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$.

(Απ.: 200 K , 707 m/s , $1/2$)

39. Σε ένα δοχείο όγκου $V=8,31\text{ L}$ περιέχεται αέριο ήλιο He σε θερμοκρασία $T=300\text{ K}$ και πίεση $P=0,1\text{ N/m}^2$.

- Πόσα μόρια He περιέχονται στο δοχείο;
- Πόση είναι η ενεργός ταχύτητα των μορίων;
- Συμπιέζουμε το αέριο μέχρι ο όγκος του να γίνει ο μισός του αρχικού. Πόση γίνεται η ενεργός ταχύτητα των μορίων του, αν η συμπίεση πραγματοποιείται:
 - υπό σταθερή πίεση,
 - υπό σταθερή θερμοκρασία.

Δίνεται η σχετική γραμμομοριακή μάζα του $He\ M=4\cdot 10^{-3}\text{ kg/mol}$, η σταθερά $R=8,31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ και ο αριθμός Avogadro $N_A=6\cdot 10^{23}\frac{\text{μόρια}}{\text{mol}}$.

(Απ.: $2\cdot 10^{17}$ μόρια, 1367 m/s , 970 m/s , 1367 m/s)

40. Δύο δοχεία A και B περιέχουν He και επικοινωνούν με πολύ λεπτό σωλήνα, ο οποίος κλείνει με στρόφιγγα. Η στρόφιγγα είναι αρχικά κλειστή. Το δοχείο A έχει όγκο V_A και το αέριο βρίσκεται σε θερμοκρασία $T_A=300\text{ K}$ και πίεση $P_A=1\cdot 10^5\text{ N/m}^2$, ενώ το δοχείο B έχει όγκο $V_B=2\cdot V_A$ και το αέριο βρίσκεται σε θερμοκρασία $T_B=400\text{ K}$ και πίεση $P_B=2\cdot 10^5\text{ N/m}^2$. Ανοίγουμε την στρόφιγγα και μετά την αποκατάσταση της θερμοδυναμικής ισορροπίας το αέριο αποκτά θερμοκρασία $T=360\text{ K}$. Να βρείτε:

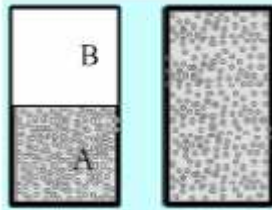
α. Την τελική θερμοκρασία του αερίου.

β. Τη μέση κινητική ενέργεια και την ενεργό ταχύτητα των μορίων του αερίου τελικά.

Δίνεται η σχετική γραμμομοριακή μάζα του He $M=4\cdot 10^{-3}\text{ kg/mol}$, η σταθερά $R=8,31\text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ και ο αριθμός Avogadro $N_A=6\cdot 10^{23}$ μόρια/mol.

(Απ.: $1,6\cdot 10^5\text{ N/m}^2$, $7,48\cdot 10^{21}\text{ J}$, 1498 m/s)

41 (ΥΛΙΚΟΝΕΤ). Ένα κυλινδρικό δοχείο, με θερμομονωτικά τοιχώματα, χωρίζεται με ένα διάφραγμα εμβαδού $A=0,01\text{ m}^2$ σε δύο ίσα μέρη A και B. Στο A περιέχεται μια ποσότητα αζώτου ενώ το B είναι κενό. Η θερμοκρασία στο A είναι $T_A=400\text{ K}$ ενώ η δύναμη που το άζωτο ασκεί στο διάφραγμα είναι $F=2000\text{ N}$.



α. Να βρεθεί η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου λόγω της μεταφορικής τους κίνησης.

β. Να υπολογιστεί στο A ο αριθμός μορίων ανά μονάδα όγκου.

γ. Κάποια στιγμή το διάφραγμα αφαιρείται και το αέριο καταλαμβάνει όλο τον χώρο.

i) Μπορείτε να ερμηνεύσετε το γεγονός ότι η θερμοκρασία δεν μεταβάλλεται;

ii) Να υπολογίσετε την ενεργό ταχύτητα των μορίων του αζώτου.

Δίνονται η σταθερά $R=8,3\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$, ο αριθμός Avogadro $N_A=6\cdot 10^{23}\frac{\text{μόρια}}{\text{mol}}$ και η

γραμμομοριακή μάζα του αζώτου $M_r=28\cdot 10^{-3}\text{ kg/mol}$.

(Απ.: $8,3\cdot 10^{21}\text{ J}$, $3,6\cdot 10^{25}\text{ m}^{-3}$, $596,4\text{ m/s}$)

42. Σε δοχείο σταθερού όγκου V βρίσκονται $n = \frac{3}{R}$ mol ιδανικού αερίου (όπου R η

παγκόσμια σταθερά των αερίων σε $\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$). Η θερμοκρασία του αερίου ισούται με $T=300$

K , ενώ η πίεσή του ισούται με $P=2\text{ atm}$. Το αέριο υποβάλλεται σε ισόχωρη μεταβολή μέχρι να διπλασιαστεί η ενεργός ταχύτητα των μορίων του.

α. Να υπολογίσετε τον όγκο του δοχείου.

β. Να υπολογίσετε την τελική πίεση του αερίου.

γ. Να υπολογίσετε την μέση μεταφορική κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου στην αρχική και τελική κατάσταση.

δ. Να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση της μέσης μεταφορικής κινητικής ενέργειας των μορίων του σε συνάρτηση με την πίεση του αερίου σε βαθμολογημένους άξονες για την παραπάνω μεταβολή.

Δίνονται η σταθερά $k=1,38\cdot 10^{-23}\text{ J/K}$ και ότι $1\text{ atm}=10^5\text{ N/m}^2$.

(Απ.: $4,5\cdot 10^{-3}\text{ m}^3$, $8\cdot 10^5\text{ N/m}^2$, $6,21\cdot 10^{21}\text{ J}$, $24,84\cdot 10^{21}\text{ J}$)