Université Mohammed Boudiaf de M'sila
Faculté de technologie
Socle commun

Série de TD №1

année universitaire 2019/2020
matière : Thermodynamique
1ère année

Exercice №1

Pour chacun des systèmes définis ci-dessous préciser s'il s'agit d'un système fermé, ouvert ou isolé :

1- la matière solide d'une bougie allumée,
2- un moteur à explosion en fonctionnement,
3- un moteur électrique en fonctionnement
4- un réveil matin entrain de sonner,
5- l'eau liquide qui bout dans une casserole,
6- l'air contenu dans une chambre à air étanche,
7- fluide frigorifique dans un réfrigérateur,
8- un téléphone portable chargé et allumé
9- un café chaud dans un thermos étanche.

التمرين الأول

حدد طبيعة الجمل المذكورة أسفله مفتوحة أو مغلقة أو معزولة:

1- المادة الصلبة لشمعة مشتعلة
2- محرك احتراق في حالة عمل
3- محرك كهربائي في حالة عمل
4- منبه يرن صباحا
5- ماء في قدر في حالة غليان
6- الهواء الموجود إطار هواءي محكم الإغلاق
7- مائع التبريد في المبرد
8- هاتف محمول مشحون وفي حالة عمل
9- قهوة ساخنة في ترمس محكم الإغلاق

Exercice №2

Pour chacun des systèmes définis ci-dessous préciser s'il s'agit d'un système homogène ou hétérogène:

1- un bloc de glace dans de l'eau liquide,
2- un bloc de glace avec de l'eau liquide,
3- une solution d'eau sucrée non-saturée,
4- le butane, à température ambiante, contenu dans une bouteille commerciale de ce gaz,
5- un mélange de plusieurs gaz dans un récipient fermé.

التمرين الثاني

حدد طبيعة الجمل المذكورة أسفله، متجانسة أوغير متجانسة:

1- قطعة جليد في ماء سائل
2- قطعة جليد مع ماء سائل
3- محلول مائي مسكر غير مشبع
4- غاز البوتان عند درجة الحرارة العادية والموجود في القارورة التجارية لهذا الغاز
5- مزيج غازي في إناء مغلق

Exercice №3

Un récipient fermé et divisé en deux compartiments. Le premier contient un gaz A et le deuxième un gaz B. Préciser dans chacun des cas suivants le milieu extérieur de A:

1- toutes les parois sont perméables à la chaleur.
2- toutes les parois sont perméables à la chaleur à l'exception de celle qui sépare les deux compartiments.
3-toutes les parois sont imperméables à la chaleur à l'exception de celle qui sépare les deux compartiments.

التمرين الثالث

إناء مغلق ومقسم إلى حجرتين. تحتوي الأولى عل غاز A وتحتوي الثانية على غاز B. حدد في الحالات التالية الوسط الخارجي للغاز A:

1- كل الجدران ناقلة للحرارة.
2- كل الجدران ناقلة للحرارة ما عدا الجدار الفاصل بين الحجرتين.
3- كل الجدران عازلة للحرارة ما عدا الجدار الفاصل بين الحجرتين.

Exercice №4

Classer les variables suivantes en variables extensives et variables intensives : n (nombre de moles), m(la masse), p(pression dans le gaz), T(température), U(énergie interne), V(volume), n^*(concentration moléculaire), x_i(fraction molaire), X_i(fraction massique), V_q(vitesse quadratique moyenne), ρ(masse volumique), u(volume massique), q(charge électrique), W(travail), Q(chaleur), c (chaleur spécifique).

التمرين الرابع

صنف المتغيرات التالية إلى متغيرات شاملة ومتغيرات مركزة (شديه):

n (عدد المولات)، m (الكتلة)، p (الضغط داخل الغاز)، T (درجة الحرارة)، U(الطاقة الداخلية)، V(الحجم)، n^*(التركيز الجزيئي) ، x_i(الكسر المولي)، X_i(الكسر الكتلي)، V_q(السرعة التربيعية المتوسطة)،ρ(الكتلة الحجمية)، u(الحجم الكتلي)، q(الشحنة الكهربائية)، W(العمل)، Q(الحرارة) c(الحرارة النوعية).

Exercice №5

Parmi les unités de la liste suivante regrouper celles qui se rapportent à la même grandeur physique, et faire suivre chacune de son symbole. Dans chaque groupe, souligner l'unité qui appartient au système international (SI) et exprimer les autres en fonction d'elles :

mètre, électronvolt, kilogramme, seconde, atmosphère, pascal, joule, minute, micron, mètre cube, gramme, angström, bar, torr, litre, kelvin, tonne, calorie, millimètre, kilocalorie, nanomètre, degré celsius.

التمرين الخامس

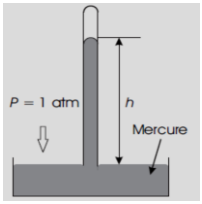
صنف الوحدات المذكورة أسفله حسب المقدار الفيزيائي التي تعبر عنه وأرفق كل واحدة منها بالرمز المناسب. أشر في كل صنف بخط إلى كل وحدة تنتمي إلى جملة الوحدات الدولية ثم عبر بدلالتها عن بقية الوحدات: المتر، الإلكترون فولت، الكيلوغرام، الثانية، الجو، الباسكال، الجول، الدقيقة ، المكرون، المتر المكعب، الغرام، الأنغشترون، التور، البار، اللتر، الكالفن، الطن، الكالوري، المليمتر، الكيلوكالوري، النانومتر، درجة سالسيوس.

Exercice №6 (Notion de pression hydrostatique et principe du baromètre)

Un tube de faible section est rempli de mercure (Hg) jusqu'à débordement (tube de Torricelli). L'extrémité ouverte est obturée, on retourne le tube vers le bas, on fait introduire l'extrémité dans une cuve pleine de mercure et puis on enlève l'obturation du tube. Sachant que $\rho(Hg) = 13590kg.m^{-3}$ à $25°C$ et $g = 9.81m.s^{-2}$, calculer alors la hauteur h du mercure dans le tube, qui correspond à une pression atmosphérique de $1atm = 760torr$ (Le torr ; unité de pression à l'hommage du savant italien Torricelli) au niveau supérieur du mercure dans la cuve.

التمرين السادس (الضغط الهيدروليكي السكوني ومبدأ عمل البارومتر)

أنبوب ذو مقطع صغير و مملوء بالزئبق إلى غاية الطفح (أنبوب تورتشالي) نسد النهاية المفتوحة بإحكام و نقلب الأنبوب إلى الأسفل وندخل النهاية المسدودة في إناء مملوء بالزئبق ثم ننزع السداد. علما أن $\rho(Hg) = 13590kg.m^{-3}$ à $25°C$ et $g = 9.81m.s^{-2}$ ، أحسب الارتفاع h للزئبق في الأنبوب الذي يقابل ضغطا جويا مقداره $1atm = 760torr$ على المستوى الأعلى للزئبق في الإناء



Le tube de Torricelli

Exercice №7

Soit δQ une variation élémentaire (quantité de chaleur échangée) au cours d'une évolution d'un échantillon gaseux en fonction de p et T tel que :

$$\delta Q = -\frac{RT}{P}dP + C_p(T)dT$$

où : R est la constante du g.p et $C_p(T)$fonction de T uniquement.

1- Montrer que δQ n'est pas une DTE (différentielle totale exacte).
2- On pose : $dS = f(T)\delta Q$, trouver une fonction $f(T)$ tel que dS soit une DTE.

التمرين السابع

نعتبر δQ تغير عنصري (كمية الحرارة المتبادلة) خلال تحول عينة غازية بدلالة T و p من الشكل:

$$\delta Q = -\frac{RT}{P}dP + C_p(T)dT$$

حيث أن R ثابت الغاز المثالي و $C_p(T)$ دالة لدرجة الحرارة.

1- بين أن δQ ليس تفاضلا كليا تاما
2- نضع $dS = f(T)\delta Q$، جد دالة $f(T)$ بحيث أن dS تصبح تفاضلا كليا تاما.

Exercice №8

Calculer la valeur de R la constante du gaz parfait, sachant qu'une mole de gaz parfait occupe un volume de $22.414l$ dans les conditions normales de température et de pression.

Donner les résultats en $(l.atm.K^{-1}.mol^{-1}),(J.K^{-1}.mol^{-1}),et(cal.K^{-1}.mol^{-1})$.

Quelle est l'équivalent énergétique d'un litre atmosphère $l.atm$ en J et en cal.

On donne: $1cal = 4{,}184J$ et $1atm = 1{,}01325.10^5 Pa$

التمرين الثامن

أحسب قيمة R ثابت الغاز المثالي، علما أن الحجم الذي يشغله واحد مول من غاز مثالي في الشروط النظامية من ضغط ودرجة حرارة يقدر بـ $22.414l$. أعطي النتائج بـ $(l.atm.K^{-1}.mol^{-1})$, و$(J.K^{-1}.mol^{-1})$, و$(cal.K^{-1}.mol^{-1})$. ما هو المكافئ الطاقوي لـ $l.atm$ بالجول والكالوري.

يعطى: $1cal = 4{,}184J$ و $1atm = 1{,}01325.10^5 Pa$.

Exercice № 9

L'état d'un système donné est décrit par les variables d'état p, T et V ; la pression, la température et le volume respectivement. Elles sont reliées par une équation d'état $f(p,T,V)=0$. Les coefficients thermoélastiques sont définis par: le coefficient de dilatation isobare $\alpha=\frac{1}{V}(\frac{\partial V}{\partial T})_p$, le coefficient d'augmentation de pression isochore $\beta=\frac{1}{p}(\frac{\partial p}{\partial T})_v$ et le coefficient de compressibilité isotherme $\chi_T=-\frac{1}{V}(\frac{\partial V}{\partial p})_T$. On admet que $\frac{\alpha}{p\beta\chi_T}=1$.

1- Calculer les coefficients thermoélastiques pour le gaz parfait et pour un gaz réel d'équation d'état $p(V-nb)=nRT$. Vérifier la relation ci-dessus

2- Calculer l'accroissement de pression subi par une masse donnée de mercure lorsqu'on la chauffe de 0 °C à 1 °C à volume constant en supposant $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$ indépendant de T. *A.N*: $\alpha=18.10^{-5}K^{-1}$; $\chi_T=3.10^{-6}atm^{-1}$

التمرين 9

نعبر عن حالة نظام معطى بدلالة متغيرات الحالة p و T و V الضغط ودرجة الحرارة والحجم على التوالي. ترتبط هذه المتغيرات فيما بينها بالعلاقة: $f(p,T,V)=0$.

نعرف المعاملات الحرارية المرونية التالية: معامل التمدد الإزوباري $\alpha=\frac{1}{V}(\frac{\partial V}{\partial T})_p$ و معامل ارتفاع الضغط الإزوكوري $\beta=\frac{1}{p}(\frac{\partial p}{\partial T})_v$ ومعامل الانضغاط الإزوتارمي $\chi_T=-\frac{1}{V}(\frac{\partial V}{\partial p})_T$. نقبل أن $\frac{\alpha}{p\beta\chi_T}=1$.

2- أحسب هذه المعاملات بالنسبة لغاز مثالي وبالنسبة لغاز حقيقي معادلة حالته من الشكل $p(V-nb)=nRT$. تأكد من صحة العلاقة السابقة.

3- أحسب الزيادة في الضغط المطبق على كتلة من الزئبق عندما نسخنها تحت حجم ثابت من $0°C$ إلى $1°C$. يعطى $\alpha=18.10^{-5}K^{-1}$; $\chi_T=3.10^{-6}atm^{-1}$.

Exercice № 10

A $22°C$ et une pression de $752mmHg$ une quantité d'air occupe un volume de $8{,}2l$. Calculer le volume de la même quantité d'air (G.P) dans les conditions normales de pression et de température $1atm\ et\ 0°C$.

التمرين 10

تشغل عينة من الهواء (نعتبرها غازا مثاليا) تحت درجة حرارة $22°C$ و ضغط $752mmHg$ حجما مقداره $8{,}2l$. أحسب حجم هذه العينة في ش.ن : $1atm, 0°C$

Exercice № 11

En hiver, pour une température de – $5°C$, un automobiliste règle la pression de ses pneus à 2 atm pression préconisée par le constructeur.

1- Quelle serait la pression en été à 36 °C ? On suppose que le volume des pneus ne varie pas et qu'il n'y a aucune fuite au niveau de ce dernier. L'air est assimilé à un gaz parfait.

2- Calculer la variation relative de pression due au changement de température. Conclure.

التمرين 11

في الشتاء وعند درجة حرارة $-5°C$ يقوم سائق سيارة بتعديل ضغط العجلات على $2atm$ وهو الضغط المعتمد من قبل الصانع.

1- كم يصبح الضغط صيفا عند 36 °C؟ نقبل أن حجم العجلات ثابت وأن التسربات مهملة وأن الهواء غازا مثاليا.

2- أحسب التغير النسبي للضغط الناتج من ارتفاع درجة الحرارة. النتيجة.

Exercice № 12

Deux ballons A et B remplis de gaz d'oxygène (O_2), le ballon A contient $3kg$ d'O_2 à la température de $17°C$ et sous une pression de $6atm$. Le ballon B contient $0{,}2kmol$ d'O_2 à la température $47°C$ et sous une pression de $15atm$. L'ouverture d'un robinet placé entre A et B fait communiquer les deux ballons et permet au gaz d'atteindre la température d'équilibre de$27°C$. Calculer la pression d'équilibre finale.

التمرين 12

كرتان A و B مملوءتان بغاز الأكسجين (O_2). تحتوي الأولى على $3kg$ من O_2 تحت درجة حرارة $17°C$ وضغط $6atm$ و تحتوي الثانية على $0{,}2kmol$ من O_2 تحت درجة حرارة $47°C$ وضغط $15atm$. نفتح الصنبور الموضوع بين A و B فتمتزج العينتين الغازيتين ويستقر المزيج عند درجة حرارة $27°C$. أحسب الضغط النهائي عند التوازن.

Exercice № 13

Soient deux ballons $B_1\ et\ B_2$. B_1, de volume V_1, contient du dioxyde de carbone sous la pression p_1.
B_2, de volume V_2, contient du dioxygène sous la pression p_2. La température est $t=0°C$. On relie $B_1\ et\ B_2$ par un tube très fin.

1- L'équilibre étant établi, la température étant toujours $0°C$, calculer les pressions partielles p_1' de dioxyde de carbone et p_2' de dioxygène dans le mélange.

2- Quelle est la pression totale p_t et quelle est la masse volumique μ_0 du mélange ?

3- On porte la température de l'ensemble de $0°C$ à $15°C$. La dilatation des ballons étant négligeable, que deviennent la pression totale et la masse volumique du mélange ? A.N : $V_1=3l, V_2=1l, p_1=4atm, p_2=6atm, M_{CO_2}=44g, M_{O_2}=32g$

التمرين 13

نعتبر كرتين B_1 و B_2. حجم الأولى V_1 وتحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون تحت ضغط p_1 . حجم الثانية V_2 وتحتوي على غاز الأكسجين تحت ضغط p_2 . درجة حرارة المجموعة $t=0°C$. نصل بين B_1 و B_2 بأنبوب ذو مقطع صغير جدا.

1- يحصل التوازن بين الكرتين وتبقى درجة الحرارة التوازن دون تغير. أحسب الضغوط الجزئية p_1' و p_2' للغازين في المزيج.

2- ما هو الضغط الكلي p_t و الكتلة الحجمية μ_0 للمزيج.

3- نرفع درجة حرارة المجموعة إلى $15°C$. على اعتبار أن تمدد الكرتين مهمل فكم يصبح الضغط الكلي والكتلة الحجمية عند ذلك؟

ت.ع: $V_1=3l, V_2=1l, p_1=4atm, p_2=6atm, M_{CO_2}=44g, M_{O_2}=32g$