أسس هندسية نظري 2011 د. أسعد رحمن / علوم الأغذية

الغازات والأبخرة Gases and Vapors

الغازات والأبخرة مرتبطة طبيعياً مع الأغذية والأطعمة. تضيع الأغذية، الى الغازات بسبب تبخر الماء والأغذية يحيد درجة إكراة المطلوبة خلال التصنيع.

الغازات المعبئة في الأغذية مثل الأوكسجين تؤثر على العمر التخزيني shelf life استخدمت الغازات للتعبئة مثل تغليف flush package لإزالة الأوكسجين واطالة العمر التخزيني. كما ان الهواء يستخدم في التجفيف. الغازات تستخدم كدافع للرذاذ في البخاخات في حماية التعليب مثل التبريد.

التمييز بين الغازات والأبخرة ضعيف جداً بسبب انه نظرياً ان الأبخرة هي غازات. ان المصطلح Vapor هو يستخدم عموماً للطور الغازي للمواد التي تكون سوائل او صلب عند الظروف الجوية.

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

نظرية حركية الغازات The kinetic theory of Gases

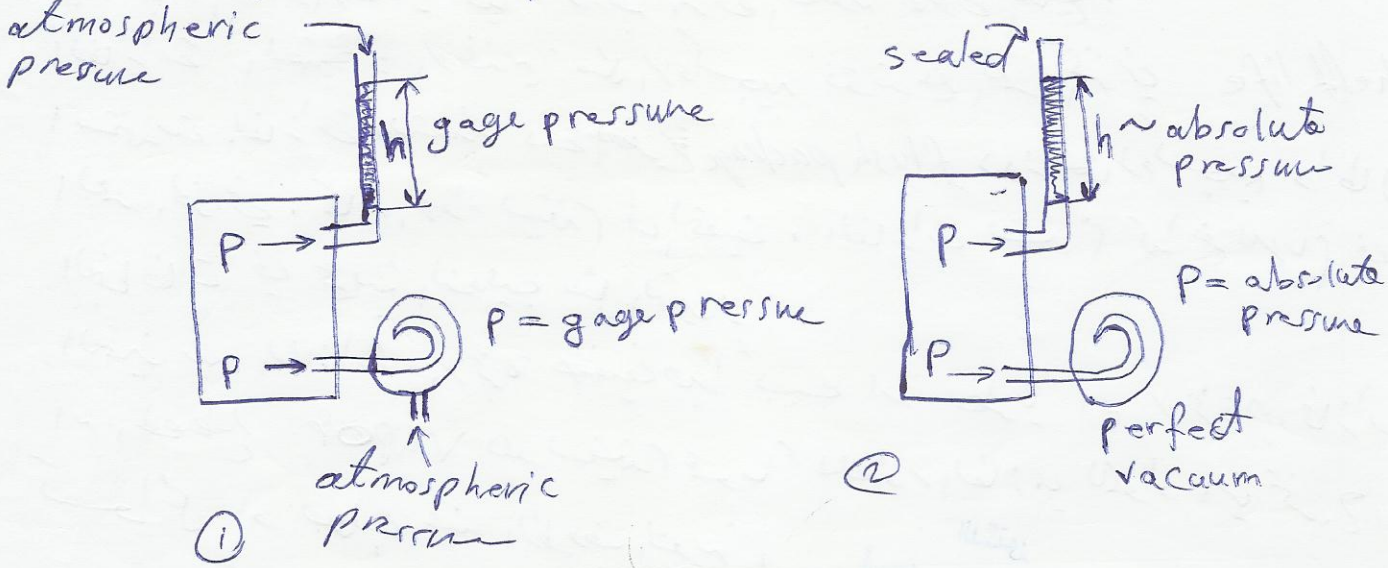
هي كالآتي:

1. الغازات مركبة من الجزيئات يطلق عليها molecules ولها حركة عشوائية ثابتة. تصطدم مع جدرانها السطح وهذا يحدث الضغط pressure.
2. ان متوسط الطاقة الناتجة من الاصطدام هي التي تحدد ضغط الغاز.
3. ان ضغط يتناسب مع الجزيئات المتوفرة وقوة الجاذبية بينهما لا تأثير ملحوظ.
4. الكثافة العالية للغازات.
5. معدل الطاقة الحركية للجزيئات تعتمد بصورة مباشرة على درجة الحرارة المطلقة.

درجة الحرارة والضغط المطلقين

الضغط (p) للغاز هو قوة التصادم بين جزيئات الغاز والسطح المحيط لها. بما ان الضغط هو القوة المسلطة على وحدة المساحة. وهذه تعتمد على عدد جزيئات الغاز وسرعتها. وهذا يسمى بالضغط المطلق absolute pressure.

الضغط يعبر عنه في الغالب بالضغط المقاس gauge pressum وهو عندما تكون القراءة أعلى من الضغط الجوي. وبين عندما تكون أقل من الضغط الجوي Vacuum pressure.



الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

* مثال توضيح عن اجهزة قياس الضغط في
① المانومتر manometer
② انبوبة باردون Boundantube

في شكل ① ضغط الغاز مقاس بالضغط الجوي، والقياس يقرأ مقارنة بالضغط الجوي. والقراءة تمثل الضغط المقاس فقط، ويقاس بوحدات psig pound force per square inch gage وفي SI u. تعبر عنه KPa فوق الضغط الجوي.

بينما شكل ② يبين ان الضغط الجوي معزول تماما عن النظام والضغط هنا يمثل الضغط الحقيقي او قوة تصادم جزيئات الغاز وتسمى الضغط المطلق absolute pressure وتسمى بوحدات psia pound force per square inch absolute

وفي SI u. تعبر عنها KPa.

$$P_{gauge} = P_{absolute} - P_{atmospheric}$$

بينما في حالة الضغط المنخفض الذي يقل عن الضغط الجوي

$$P_{absolute} = P_{atmospheric} - P_{vacuum}$$

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

يعبر عن الضغط بـ atmospheres (atm) بدلاً من القوة/المساحة.
و (atm) تشير الى الضغط الجوي القياسي، معدل standard atm.
الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر يقابل
760 mmHg أو 29.921 in.Hg ، 101 KPa
14.696 lbf/in^2 أو 1 bar.

مثال/ احسب الضغط المطلق في منجم بعمق 20 in.Hg تحت ضغط الجو
الضغط الجوي هو 30 in.Hg ، عبر عن الضغط بنظام SI

$$P_{abs.} = P_{atm.} - P_{vac.} = 30 - 20 = 10 \text{ in.Hg}$$

29.92 in Hg = 101 Kpa
10 in.Hg = 33.863 KPa abs.

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

درجة الحرارة

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

وهي كمية تعبر عن ديناميكية مرتبطة بسرعة حركة الجزيئات.

$K = {}^\circ C + 273.16$ K: درجة الحرارة بالكلفن

$R = {}^\circ f + 460$ R: بالانكاين Rankine.

$${}^\circ C = \frac{{}^\circ F - 32}{1.8}$$

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

The ideal gas equation : معادلة الغاز المثالي

$$P \propto \frac{n}{V} T \quad ; \quad P = R \frac{n}{V} T$$

$$\boxed{PV = nRT}$$

T : درجة الحرارة بالكلفن

R : ثابت الغازات

$0.08206 \ (L(atm)/g.mole.K)$

أو $8315 \ (N(m)/kg.mole.K)$ أي $1545 \ (ft(lbf)/lb\ mole\ ^\circ R)$

علاقات P-V-T للغازات المثالية :

عندما تجري كمية ثابتة من الغازات

$$\frac{PV}{T} = constant$$

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

* T درجة الحرارة بالكلفن K.

وهذه المعادلة تفيد عند استخدام الغازات في التصنيع الغذائي أو التغليف

مثال : احسب كمية الأوكسجين الداخلة الى التغليف في 24 ساعة

والمساحة السطحية لمادة التغليف هي 3000 cm^2 ونفاذية

الأوكسجين 100 $cm^3/m^2.24h(STP)$ standard temprature and pressure

تعني صفر مئوي $(0^\circ C)$ وضغط جوي (1 atm) يعادل 101,325 Kpa .

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

يحسب حجم الاوكسجين النافذ خلال حاجز التغليف في 24 ساعة:

$$V = \frac{100\ cm^3}{m^2(24h)} \cdot (24h) \frac{1\ m^2}{(100)^2\ cm^2} \cdot 3000\ cm^2 = 30\ cm^3$$

cm → m تحويل

$$n = \frac{PV}{RT} \quad ; \quad n = \frac{30 * 1}{0.08206 * (0 + 273.16) * 1000}$$

$$n = 0.001339\ gm\ moles$$

$cm^3 * atm$ / $cm^3 \cdot K \cdot atm$ / $gm \cdot mole \cdot K$ × 1000

مثال / احسب حجم CO_2 عند $70\ ^\circ F$ و $1\ atm$ الذي ينتج بواسطة تبخير 1 lb من الثلج الجاف.

الثلج الجاف هو CO_2 صلب

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

mole wt. $= M = 44\ lb/lb_m mole$

$T = 70 + 460 = 530\ ^\circ R$

$$n = \frac{W}{M} = \frac{1\ lb}{44\ lb/lb_m mole} = 0.02273\ lb_m mole$$

$1\ ft = 12\ in$

$$P = 1\ atm = 14.7 * 144 = 2116.8\ lbf/ft^2$$

lbf/in^2

$$V = \frac{nRT}{P} = 0.02273 * 1545 \cdot \frac{530}{2116} = 8.791\ ft^3$$

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

مثال / احسب كثافة الهواء (M=29) عند 70 °F , 1 atm

وحدات SI unites , American engineering وحدات

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{PM}{RT}$$

① وحدات AES

$P = 2116.8 \text{ lbf/ft}^2$.

$M = 29 \text{ lb/lb mole}$.

$R = 1545 \text{ ft lbf/lb mole}(^\circ R)$.

$T = 70 + 460 = 530 \text{ } ^\circ R$

$$\rho = \frac{2116.8}{1545} \cdot \frac{29}{530} = 0.07498 \text{ lb/ft}^3$$

الدكتور
أسعد رحمن الحلفي

② وحدات SI

$P = 101325 \text{ N/m}^2$

$T = (70 - 32)/1.8 = 21.1 \text{ } ^\circ C$

$K = 21.1 + 273.16 = 294.26 \text{ K}$

$V = 1 \text{ m}^3$

$M = 29 \text{ kg/kg mole}$

$R = 8315 \text{ Nm/kg mole.K}$

$$\rho = \frac{101325}{8315} \cdot \frac{29}{294} = 1.202 \text{ kg/m}^3$$