

CONSEIL CANADIEN D'AGRÉMENT DES HYGIÉNISTES DU TRAVAIL

**ROH
(Hygiéniste du travail agréé)**

Guide d'examen



Pour obtenir de plus amples informations, contacter :

Le Registraire registrar@crboh.ca
P.O. Box 26125 Maryland Postal Outlet
Winnipeg, Manitoba R3G 3R3

www.ccaht.ca

Mise à jour - Février 2022 – Rév. 4

Table des matières

1. Admissibilité à l'examen	3
1.1. Qualifications académiques - Expérience professionnelle.....	3
1.2. Format de l'examen	3
2. Examen – Contenu général.....	4
3. Préparation à l'examen.....	4
3.1. Exemples de questions à choix multiples.....	5
3.2. Exemples de questions à développement.....	6
4. Processus d'attribution des notes et appels	7
5. Références utiles en hygiène du travail.....	7
5.1. Textes	7
5.2. Manuels (éditions les plus récentes).....	8
5.3. Publications savantes	8
5.4. Règlements, normes, lignes directrices	9
6. Domaines de compétence.....	9
6.1. Sciences de base	9
6.2. Dangers d'origine chimique	9
6.3. Dangers physiques - Bruit	9
6.4. Dangers physiques - autre.....	9
6.5. Dangers biologiques	10
6.6. Législation	10
6.7. Ergonomie	10
6.8. Biostatistiques et épidémiologie.....	10
6.9. Sécurité	10
6.10. Enjeux d'ordre environnemental	10
6.11. Processus – Dangers connexes	10
6.12. Relations de travail	11
6.13. Éthique	11
6.14. Gestion	11
7. Équations utiles pour les examens du CCAHT	12

1. Admissibilité à l'examen

L'admissibilité à l'examen s'appuie sur l'une ou l'autre des combinaisons suivantes de qualifications académiques et d'expérience professionnelle

1.1. Qualifications académiques - Expérience professionnelle

PhD (Hygiène du travail ou l'équivalent)	2	ans
PhD (en sciences ou génie admissible)	3	ans
Maîtrise (Hygiène du travail ou l'équivalent)	3	ans
Maîtrise (en sciences ou génie admissible)	4	ans
Baccalauréat (Hygiène du travail ou l'équivalent)	4	ans
Baccalauréat (en sciences ou génie admissible)	5	ans

L'expérience professionnelle sera reconnue uniquement pendant les périodes où le candidat a exercé ses principales fonctions (plus de 50 % pour chaque année) dans l'exercice professionnel de l'hygiène du travail ou autres activités qui y sont étroitement liées. Il faut soumettre deux références d'hygiénistes du travail agréés (ROH) ou d'autres individus agréés (p. ex., CIH, PSAC, CSP).

1.2. Format de l'examen

Le processus d'examen d'hygiéniste du travail agréé (ROH) s'appuie sur le principe pédagogique, généralement reconnu, selon lequel il n'existe aucun format d'examen unique permettant d'évaluer les compétences en matière de connaissances concrètes et techniques, ainsi que les compétences en communication, les compétences techniques et les compétences en résolution de problèmes, le jugement professionnel et l'éthique.

L'examen se divise en deux parties :

La Partie I est un examen écrit d'une journée dont la moitié est composée de questions à choix multiples et l'autre moitié de questions à développement. Les deux composantes sont pondérées également. La première partie de l'examen est composée d'environ 130 questions à choix multiples dont chacune est de valeur égale. Il n'y a qu'une seule bonne réponse à chaque question et les notes sont accordées uniquement aux bonnes réponses. Dans la partie de l'examen composée de questions à développement, les candidats doivent répondre à 5 questions de valeur égale. Il faut répondre aux 5 questions. Les candidats doivent obtenir la note de passage dans chacune des deux composantes de l'examen écrit afin de réussir la Partie 1.

[Note : Les candidats qui détiennent la désignation CIH en Pratique générale du *Conseil pour l'accréditation globale en matière d'ESS (BGC)* / Conseil américain d'hygiène industrielle (ABIH) seront exemptés de la Partie 1].

La Partie II est une entrevue des candidats qui ont réussi la Partie 1. L'entrevue a pour objectif d'évaluer les compétences des candidats, plus particulièrement l'évaluation de leurs réponses verbales aux questions ou aux scénarios qui leur sont proposés par les examinateurs. Cette entrevue sert à évaluer les compétences des candidats en matière de résolution de problèmes, de jugement professionnel et de communication. L'entrevue dure seulement environ une heure.

Les candidats qui désirent s'informer davantage sur la logique et le processus de l'examen du CCAHT sont invités à lire l'article : Verma et al (1994) Evaluation of Professional Competency in Occupational Hygiene in Canada – The CRBOH Program, American Industrial Hygiene Association Journal, Volume 55, pp. 364-369.

2. Examen – Contenu général

Les objectifs de l'hygiène du travail sont d'identifier les risques potentiels ou existants pour la santé en milieu de travail ; d'évaluer l'ampleur du risque posé par les dangers ; et de développer des stratégies efficaces dans le but d'éliminer ou de contrôler ces risques. Pour l'examen ROH, les candidats doivent posséder des connaissances étendues sur des sujets concernant l'hygiène du travail identifiés par le CCAHT, notamment :

- Échantillonnage de l'air, mesures d'analyse et de contrôle de dangers d'origine chimique.
- La physique, la mesure et le contrôle d'agents physiques, comme le bruit, les vibrations, la radiation ionisante et non ionisante, les températures et les pressions extrêmes, l'éclairage.
- La toxicologie industrielle, les effets néfastes sur la santé associés aux agents physiques (susmentionnés).
- La logique de la définition des normes en hygiène du travail.
- Les statistiques, l'épidémiologie, l'ergonomie, les risques biologiques, la gestion de programmes d'hygiène, les relations de travail, les problématiques associées à la sécurité et à l'environnement ayant un rapport avec la pratique de l'hygiène du travail.
- Enjeux actuels en hygiène du travail.

3. Préparation à l'examen

Les candidats doivent tenir compte de leurs connaissances et de leur expérience dans les domaines de compétence décrits ci-dessous. À l'aide de ce processus, les candidats pourront mieux identifier leurs forces et leurs faiblesses afin d'investir efficacement leurs efforts pendant la préparation de l'examen. Des exemples de questions (à choix multiples et à développement) ainsi qu'une liste représentative de références sont fournis.

3.1. Exemples de questions à choix multiples

Voici une liste d'exemples de questions qui pourraient paraître dans la composante de l'examen de questions à choix multiples. Ces exemples ne sont pas nécessairement un indicatif du degré de difficulté de toutes les questions à choix multiples.

1. Lequel des effets suivants sur la santé est lié à la surexposition chronique à l'oxyde d'éthylène?

- A) Tumeurs du côlon
- B) Fréquence accrue d'avortements spontanés
- C) Coliques biliaires
- D) Insuffisance rénale
- E) Anévrisme

2. Deux sources distinctes de bruit respectivement de 98 dBA et de 96 dBA sont installées et les deux fonctionnent en parallèle. Quel est le niveau combiné de bruit?

- A) 99 dBA
- B) 100 dBA
- C) 101 dBA
- D) 123 dBA
- E) 194 dBA

3. Quel risque sanitaire ci-dessous est le plus susceptible d'être rencontré dans une installation d'électrogalvanisation?

- A) A) L'exposition à des températures extrêmement froides
- B) B) Exposition à des solutions de sels de cyanure
- C) C) Exposition aux poussières de métaux lourds
- D) D) Exposition à des composés organiques volatils

3.2. Exemples de questions à développement

Il est rappelé aux candidats que les questions à développement sont habituellement de nature générale et couvrent plusieurs compétences requises entre lesquelles il y a chevauchement. Les réponses des candidats doivent contenir assez d'informations pour démontrer la profondeur et l'étendue de leurs connaissances dans ces domaines de compétence.

1. L'une des usines dont vous êtes responsable à titre d'hygiéniste du travail est une usine de fabrication de congélateurs dont l'effectif se compose de 300 employés. Au cours d'une première évaluation, vous avez identifié une zone particulière de la chaîne de montage exigeant une enquête plus approfondie — étape d'injection de la mousse isolante. La mousse est préparée par un mélange de **Diisocyanate de toluène** (TDI) et d'un polyol à l'aide d'un pistolet injecteur manuel. Le pistolet est nettoyé à l'aide de chlorure de méthylène.

- (a) Décrivez brièvement les plus importants effets sur la santé associés à la surexposition au:
 - (i) Chlorure de méthylène
 - (ii) Diisocyanate de toluène (TDI)

- (b) Précisez les protocoles que vous utiliseriez pour évaluer l'exposition des travailleurs à ces deux produits chimiques. Dans votre réponse, veuillez inclure tous les détails concernant l'équipement d'échantillonnage ainsi que votre stratégie et, lorsqu'approprié, vos méthodes d'analyse.

- (c) Décrivez les mesures que vous prendriez pour réduire l'exposition individuelle dans cette situation.

2. Beaucoup de dangers en milieu de travail nécessitent la mise en place de procédures spéciales relatives à la santé et à la sécurité et/ou de programmes de contrôle. Dans ce scénario, vous êtes responsable de la santé et de la sécurité au sein du plus grand laboratoire pour la santé au travail et les services analytiques d'hygiène de travail en Amérique du Nord. Les Services du laboratoire comprennent une gamme complète d'analyses conventionnelles d'échantillons d'air ainsi que des analyses de sang et d'urine. Il y a un total de 75 employés qui travaillent dans le laboratoire.

- (a) Quel processus utiliseriez-vous pour concevoir et mettre en place un programme de contrôle efficace pour la gestion chimique et les procédures de **sécurité** associées dans cet environnement?
- (b) Quels sont les éléments clés qui devraient être inclus dans votre programme de contrôle?

4. Processus d'attribution des notes et appels

Le Bureau administratif du CCAHT est responsable de tous les échanges avec les candidats aux examens. Ses fonctions comprennent la réception des formulaires de demande, la vérification et la prise de décision concernant l'admissibilité, le lieu, la date et l'heure de l'examen et la sélection des surveillants. Le Bureau administratif répond à toutes les demandes des candidats et assigne à chacun un Numéro d'identification de candidat. Afin de garantir que la correction des examens est faite « à l'aveugle », les membres du Comité d'examen n'ont aucun accès à ces identifiants.

Les examens écrits sont corrigés par le Comité d'examen HTA. Les questions à choix multiples sont corrigées par le président du Comité d'examen. Les questions à développement sont corrigées de manière indépendante par au moins deux membres du Comité. Les résultats sont rassemblés par le président afin d'examiner de près toute anomalie ou irrégularité. La note minimale de réussite est déterminée avant l'examen. Le président du Comité transmet les résultats au Conseil d'administration avec la recommandation du Comité d'accorder aux candidats soit la mention réussite, soit la mention échec. Seuls les candidats qui réussissent l'examen écrit pourront passer à l'étape de l'entrevue.

Les candidats qui veulent en appeler des résultats d'un examen doivent déposer leur appel par écrit auprès du registraire dans un délai de 30 jours après la réception des résultats d'examen.

5. Références utiles en hygiène du travail

La liste suivante de textes, de manuels, de publications savantes, de règlements, de normes et de lignes directrices est mise à la disposition des candidats à titre d'exemples de matériel à étudier pour l'examen. Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive ou complète. Les candidats doivent faire preuve de jugement professionnel dans le choix d'autres lectures en préparation de l'examen. Il est conseillé aux candidats de consulter les éditions les plus récentes disponibles ; à cette fin, les dates à partir de 2009 sont fournies.

5.1. Textes

1. Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons (dernière édition); C.D. Klaassen, Éditeur.
2. Ergonomic Design for People at Work, Volumes I and II; Eastman Kodak Company, New York, 1983 (Volume I), 1986 (Volume II)
3. Fundamentals of Industrial Hygiene (dernière édition); B.A. Plog and T. Hogan, éditeurs
4. The Occupational Environment : Its Evaluation and Control (dernière édition); S. Dinardi, éditeur
5. In-Plant Practices for Job-related Health Hazards Control, Volumes I and II (dernière édition); L.V. Cralley and L.J. Cralley, éditeur
6. Industrial Hygiene Management. J.T. Garrett, L.J. Cralley and L.V. Cralley, éditeurs

7. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Volumes IA & IB, IIA to IIC, IIIA & IIIB (dernière édition); G.D. Clayton and F.E. Clayton, editors (Vols. I & II), L.J. Cralley and L.V. Cralley, éditeurs (Vol. III)
8. Recognition of Health Hazards in Industry: A Review of Materials and Processes; W.A.Burgess
9. Industrial Toxicology: Safety and Health Applications in the Workplace; P.L. Williams and J.L. Bursos, éditeurs
10. Noise and Noise Control; M.J. Crocker and F.M. Kessler, éditeurs
11. Air Monitoring for Toxic Substances, S. Ness, éditeur
12. Air Monitoring Instrumentation; C.J. Maslansky and S.P. Maslansky, éditeurs
13. Applications and Occupational Elements of Industrial Hygiene; M.B. Stern and S.Z. Mansdorf, éditeurs Air Sampling Instruments, ACGIH, 1995
14. Bioaerosols: Assessment and Control; ACGIH Bioaerosols Committee, J. Macher, éditeur, 1998
15. Building Air Quality; U.S. EPA and NIOSH, 1991

5.2. Manuels (éditions les plus récentes)

1. Handbook of Chemistry and Physics
2. ACGIH Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice
3. NIOSH Guide to Industrial Respiratory Protection
4. NIOSH Manual of Analytical Methods
5. ACGIH Air Sampling Instruments Handbook
6. AIHA The Noise Manual

5.3. Publications savantes

1. American Industrial Hygiene Association Journal
2. Applied Occupational and Environmental Hygiene
3. Annals of Occupational Hygiene
4. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health
5. Journal of Toxicology and Environmental Health
6. Archives of Environmental Health
7. Health Physics
8. Journal of Occupational and Environmental Medicine
9. Acoustic Journal

5.4. Règlements, normes, lignes directrices

1. Règlement sur le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
2. Loi sur le transport des marchandises dangereuses (loi fédérale)
3. Critères relatifs à une Norme recommandée
4. ACGIH : Documentation relative aux TLV et BEI
5. ACGIH : TLV: Valeur limite de seuil et indices biologiques d'exposition
6. AIHA : Guides sur les niveaux d'exposition environnementale en milieu de travail (WEELs)

6. Domaines de compétence

6.1. Sciences de base

Concepts généraux en chimie, biologie, physiologie, physique, biochimie, anatomie et psychologie qui constituent les fondements à la science de l'hygiène du travail.

6.2. Dangers d'origine chimique

Comprendre la toxicologie et les effets potentiels sur la santé découlant de l'exposition à des produits d'origine chimique (symptômes, modes d'action, voies de pénétration, absorption, métabolisme, distribution et excrétion), méthodes d'évaluation de l'exposition chimique (échantillon d'air et techniques de surveillance biologique), méthodes analytiques et contrôles (contrôles techniques comme la ventilation, l'isolement et les modifications des processus; contrôles administratifs; sélection, utilisation et limites de l'équipement de protection individuelle).

6.3. Dangers physiques - Bruit

Effets sur la santé découlant de l'exposition au bruit, la physique du bruit, les méthodes de mesure et d'évaluation de l'exposition au bruit, les contrôles techniques pour réduire l'exposition au bruit, la sélection et l'utilisation d'une protection auditive.

6.4. Dangers physiques - autre

Caractéristiques physiques des effets potentiels d'exposition, évaluation et méthodes de contrôle d'agents physiques, comme la radiation ionisante et non ionisante, les températures et pressions extrêmes et les vibrations.

6.5. Dangers biologiques

Effets réels et potentiels sur la santé à l'exposition à des agents biologiques (bactéries, allergènes, toxines, moisissures, champignons, virus, pathogènes transmissibles par le sang, etc.). Évaluation, mesure et contrôle de l'exposition à des dangers biologiques.

6.6. Législation

Bonne compréhension des lois en vigueur dans au moins une juridiction canadienne sur la santé au travail, la sécurité et l'hygiène. La compréhension des normes industrielles en santé et sécurité, y compris les valeurs limites établies par l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*, les normes de santé et de sécurité établies par l'Association canadienne de normalisation ainsi que les directives de American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (l'ASHRAE) concernant le niveau acceptable de la qualité de l'air.

6.7. Ergonomie

Comprendre les principes biomécaniques, anthropométriques, physiologiques, anatomiques ainsi que les principes d'ingénierie requis pour la conception et l'aménagement du lieu de travail en vue de la prévention de blessures et de maladies.

6.8. Biostatistiques et épidémiologie

Techniques d'étude de lésions professionnelles et des conditions physiologiques en milieu de travail. Interprétation statistique et non-statistique de base pour l'interprétation de données épidémiologiques dans l'évaluation des dangers.

6.9. Sécurité

Comprendre les principes de sécurité de base et leur application dans l'exercice de l'hygiène du travail (p. ex., travail en espace clos).

6.10. Enjeux d'ordre environnemental

Les effets des polluants sur la santé et l'environnement. La connaissance des enjeux d'ordre environnemental actuels et la compréhension générale des exigences découlant de la législation environnementale. La connaissance de l'impact potentiel des contrôles de l'hygiène au travail (systèmes de ventilation, technologies de purification de l'air) sur la santé publique.

6.11. Processus – Dangers connexes

Dangers associés aux processus dans différents milieux professionnels.

6.12. Relations de travail

Comprendre les rôles et les perspectives des syndicats, des travailleurs et des gestionnaires en matière de santé, sécurité et hygiène du travail.

6.13. Éthique

Normes de déontologie professionnelle, conflit d'intérêts, Code de déontologie du CCAHT.

6.14. Gestion

Développement, mise en œuvre et évaluation de programmes d'hygiène du travail; compréhension de sujets comme l'allocation des ressources, la budgétisation, la délégation de pouvoir, l'imputabilité, les communications et l'élaboration des politiques, etc.

7. Équations utiles pour les examens du CCAHT

La liste suivante d'équations peut aider les candidats dans la préparation de l'examen ROH du CCAHT. Il ne s'agit pas d'une liste complète ou exhaustive. En conséquence, l'utilisation de l'une ou l'autre de ces équations ne peut pas garantir la réussite finale de l'examen ROH.

i) Pratique générale et statistiques

$ppm = \frac{V_{contam}}{V_{air}} \times 10^6$	$ppm = \frac{P_v}{P_{atm}} \times 10^6$	$ppm = \frac{mg/m^3 \times 24.45}{MW}$	$\frac{P_1 V_1}{nRT_1} = \frac{P_2 V_2}{nRT_2}$
$V_{TS} = \frac{gd_p^2(\rho_p - \rho_a)}{18\eta}$	$R_e = \frac{\rho dv}{\eta}$	$\frac{C}{C_0} = e^{-\frac{W}{V}}$	$\log \frac{I_o}{I} = abc$
$pH = -\log_{10}[H^+]$		$P_{total} = X_1P_1 + X_2P_2 + \dots + X_iP_i$	
$TLV_{mix} = \frac{C_1}{TLV_1} + \frac{C_2}{TLV_2} + \dots + \frac{C_n}{TLV_n}$		$TLV_{mix} = \frac{1}{\frac{F_1}{TLV_1} + \frac{F_2}{TLV_2} + \dots + \frac{F_n}{TLV_n}}$	
$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$	$SD = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}$	$GM = 10^{\frac{\sum (\log x)}{n}}$	$GM = \sqrt[n]{(x_1)(x_2) \dots (x_n)}$
$GSD = \frac{84.13\%tile\ value}{50\%tile\ value}$		$GSD = \frac{50\%tile\ value}{15.87\%tile\ value}$	
$SAE = 1.645 CV_{total}$	$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{SD_{pooled} \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$	$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1-1)SD_1^2 + (n_2-1)SD_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$	
$LCL = \frac{C_A}{STD} - \frac{SAE \sqrt{T_1^2 C_1^2 + T_2^2 C_2^2 + \dots + T_n^2 C_n^2}}{PEL (T_1 + T_2 + \dots + T_n)}$		$95\% Conf = \bar{X} \pm (1.645 CV \cdot \bar{X})$	
$95\% Conf = \bar{X} \pm (1.965 CV \cdot \bar{X})$		$E_c = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2}$	$CV = \frac{SD}{\bar{X}}$

ii) **Bruit**

$L_p = 20 \log \left(\frac{P}{P_o} \right)$	$L_{p_2} = L_{p_1} + 20 \log \left(\frac{d_1}{d_2} \right)$		
$L_{p_{diff}} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{p_T} - L_{p_B}}{10}} \right)$	$L_{p_T} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{p_i}}{10}} \right)$		
$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N \left(10^{\frac{L_i}{10}} t_i \right) \right]$	$\%D = 100 \left[\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_i}{T_i} \right]$		
$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{DF}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$	$L_{OSHA} = 16.61 \log \left(\frac{\%D}{100} \right) + 90 \text{ dBA}$ $L_{eq} = 10 \log \left(\frac{\%D}{100} \right) + 85 \text{ dBA}$		
$DI = 10 \log_{10} DF$	$f_2 = \sqrt{2} f_1$	$f = \frac{(N)(RPM)}{60}$	
$f = \frac{c}{\lambda}$	$f_2 = 2f_1$	$f_2 = \sqrt[3]{2} f_1$	$f_c = \sqrt{f_1 f_2}$

iii) **Ventilation**

$Q = VA$	$V = 1.29 \sqrt{VP} \text{ m/s}$ $V = 4005 \sqrt{VP} \text{ ft/min}$	$TP = VP + SP$
$ SP_h = VP + h_e$	$Q' = \frac{Q}{K}$	$Q = 1.29 C_e A \sqrt{SP} \text{ m}^3/\text{sec}$ $Q = 4005 C_e A \sqrt{SP} \text{ ft}^3/\text{sec}$
$h_e = \frac{1 - C_e^2}{C_e^2} VP$	$C_e = \sqrt{\frac{VP}{ SP_h }}$	$VP_{ave} = \left(\frac{\sqrt{VP_1} + \sqrt{VP_2} + \dots + \sqrt{VP_n}}{n} \right)^2$

$VP_r = [\frac{Q_1}{Q_3}]VP_1 + [\frac{Q_2}{Q_3}]VP_2$	$Q_2 = Q_1 (\frac{Size_2}{Size_1})^3 (\frac{RPM_2}{RPM_1})$	$P_2 = P_1 (\frac{Size_2}{Size_1})^2 (\frac{RPM_2}{RPM_1})^2 (\frac{\rho_2}{\rho_1})$	
$PWR_2 = PWR_1 (\frac{Size_2}{Size_1})^5 (\frac{RPM_2}{RPM_1})^3 (\frac{\rho_2}{\rho_1})$		$AHP = \frac{Q(TP)}{6356}$	$Power = \frac{(Q)(TP)}{(ME)} \text{ Watts}$
$FSP = SP_{out} - SP_{in} - VP_{in}$	$Q_{cor} = Q_{design} \sqrt{\frac{SP_{chosen}}{SP_{calc}}}$	$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}}$	$C = \frac{G}{Q'} (1 - e^{-Q'/V})$
$\ln \frac{(G - Q'C_2)}{(G - Q'C_1)} = -\frac{Q'(t_2 - t_1)}{V_{room}}$	$C = (\frac{G}{Q'} \times 10^6) + C_{supply}$		$C = \frac{ER \times 24.45 \times 10^6}{MW \times Q'}$
$Q = \frac{(24.45)(SG)(ER)(K)(10^6)}{(MW)(TLV)}$		$C_t = C_o e^{-Q'/V}$	$N = \frac{60Q}{V_{room}} \text{ per hr}$
$t_2 - t_1 = -\frac{V}{Q'} \ln(\frac{C_2}{C_1})$	$V = 1096 \sqrt{\frac{VP}{\rho}} \text{ ft/min}$	$V = 1.414 \sqrt{\frac{VP}{\rho}} \text{ m/sec}$	$F_h = \frac{h_e}{VP_h}$

$$H_f = \frac{0.0155 V^{0.533}}{Q^{0.612}} \text{ for galvanized sheet duct}$$

iv) Radiation

$I_2 = I_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2$	$Rem = (RAD)(QF)$	$A = A_i (0.5)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$	$A_i = \frac{0.693}{T_{1/2}} N_i$
$A = A_i e^{\frac{-0.693t}{T_{1/2}}}$	$\frac{1}{T_{1/2\text{eff}}} = \frac{1}{T_{1/2\text{rad}}} + \frac{1}{T_{1/2\text{bio}}}$	$T_{1/2\text{eff}} = \frac{T_{1/2\text{rad}} \times T_{1/2\text{bio}}}{T_{1/2\text{rad}} + T_{1/2\text{bio}}}$	
$X = 3.32 \log \left[\frac{I_1}{I_2} \right] [HVL]$		$I_2 = \frac{I_1}{2^{\frac{X}{HVL}}}$	$X = \frac{\log \left[\frac{I_1}{I_2} \right] HVL}{\log 2}$
$PD = \frac{E^2}{3770}$	$I = I_0 e^{-ux}$	$W = \frac{4P}{A}$	$PD = 37.7 H^2$
$r = \left(\frac{PG}{4\pi EL} \right)^{1/2}$	$\text{spatial ave} = \left(\frac{\sum_{i=1}^N FS_i^2}{N} \right)^{1/2}$	$B_r = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$	$t = \frac{0.003 J/cm^2}{E_{\text{eff}}}$
$t = \frac{EL}{ML} \times 0.1h$	$O.D. = \log \left[\frac{I_o}{I} \right]$	$D_L = \sqrt{a^2 + \Phi^2 r^2}$	$I_2 = I_1 \times \text{magnif}^2$

v) Stress thermique / Stress lié au froid

$WBGT = 0.7t_{nwb} + 0.2t_g + 0.1t_{db}$	$WBGT = 0.7t_{nwb} + 0.3t_g$	$C = 0.65 v^{0.6} (t_a - 95)$
$\Delta S = (M - W) \pm C \pm R - E$	$R = 15(t_w - 95)$	$HSI = \frac{E_{\text{req}}}{E_{\text{max}}} \times 100$
		$E_{\text{max}} = 2.4 v^{0.6} (42 - v p_w)$
$cfm = \frac{\text{Total Sensible Heat (BTU/hr)}}{1.08(\Delta T)}$		

vi) **Constantes**

<i>gas constant, $R = 8.314 \text{ J/mole}^\circ\text{K}$</i>	<i>Avogadro's number $= 6.024 \times 10^{23}$</i>
<i>speed of sound in air at $0^\circ\text{C} = 331 \text{ m/sec}$ ($+0.6 \text{ m/sec/}^\circ\text{C}$)</i>	
<i>Planck's constant $= 6.626 \times 10^{-27} \text{ ergsec}$</i>	<i>speed of light $= 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$</i>
<i>molar vol at 25°C, $1 \text{ atm} = 24.45 \text{ l}$</i>	<i>density of air $= 1.2 \text{ kg/m}^3$ @ 760 mmHg, 21°C</i>

vii) **Conversions**

$^\circ\text{F} = 9/5(^\circ\text{C}) + 32$	$^\circ\text{R} = ^\circ\text{F} + 460$	$^\circ\text{K} = ^\circ\text{C} + 273$	$1 \text{ ft}^3 = 28.32 \text{ l}$
$1 \text{ atm} = 14.7 \text{ psi} = 760 \text{ mm Hg} = 29.92 \text{ in Hg} = 33.93 \text{ ft water} = 1013.25 \text{ mbar} = 101,325 \text{ pascals}$			
$1 \text{ ft}^3 = 7.481 \text{ U.S. gal}$	$1 \text{ l} = 1.06 \text{ qt}$	$1 \text{ m/sec} = 196.9 \text{ ft/min}$ $1 \text{ m}^3/\text{sec} = 2119 \text{ ft}^3/\text{min}$	$1 \text{ lb} = 453.6 \text{ gm}$ $1 \text{ inch} = 2.54 \text{ cm}$
$1 \text{ gram} = 15.43 \text{ grains}$	$1 \text{ BTU} = 1054.8 \text{ joules} = 0.293 \text{ watt hr}$		$1 \text{ Gray} = 100 \text{ Rad}$
$1 \text{ Curie} = 3.7 \times 10^{10} \text{ disint/sec (Becquerel)}$		$1 \text{ Sievert} = 100 \text{ Rem}$	
$1 \text{ Tesla} = 10,000 \text{ Gauss}$		$g = 981 \text{ cm/sec}^2 = 32 \text{ ft/sec}^2$	