

INTRODUCTION

Le Bureau canadien des conditions d'admission en génie d'Ingénieurs Canada publie les programmes d'examens, qui renferment un nombre sans cesse accru de disciplines du génie.

Le programme d'examens de chaque spécialité se divise en deux catégories d'examens : les examens obligatoires et les examens facultatifs. L'ensemble complet d'examens de génie métallurgique comprend dix questionnaires d'examen de trois heures. Les examens exigés du candidat seront déterminés en fonction d'une évaluation de ses acquis universitaires. Le candidat pourrait être tenu, à la discrétion de l'ordre constituant, de subir des examens dans un domaine autre que sa propre discipline.

Avant de subir les examens liés à sa discipline, le candidat devra avoir réussi les examens sur les matières de base ou avoir été dispensé de les subir.

L'ordre constituant fournira les détails portant sur la date de l'examen, les manuels, le matériel fourni et si les examens ont lieu à livre ouvert ou non.

PROGRAMME D'EXAMENS DU GÉNIE MÉTALLURGIQUE

GROUPE A

EXAMENS OBLIGATOIRES

SEPT REQUIS

10-Met-A1 Thermodynamique métallurgique

Relations de phases et règles des phases. Première, deuxième et troisième lois de la thermodynamique, enthalpie et bilans de chaleur, entropie, enthalpie libre et équilibre chimique. Chimie des solutions et modèles de solutions, potentiel chimique, relations entre diagrammes de phases et propriétés thermodynamiques. Analyses thermochimiques des processus métallurgiques et électrochimique. Calculs de thermodynamique assistés par ordinateur.

10-Met-A2 Phénomènes d'échanges métallurgiques (Examen préalable suggéré : A1)

Équations de transport pour le transfert de la quantité de mouvement, le transfert de chaleur et le transfert de masse. Conditions thermodynamiques et physiques aux limites. Transfert de masse entre phases : gazeuse-solide, gazeuse-liquide, liquide-liquide et liquide-solide dans les procédés métallurgiques. Modèles mathématiques. Transfert de chaleur par radiation : corps noir et gris, facteurs d'émissivité et de forme. Transfert de chaleur dans les procédés de moulage : propriétés des moules, coulée en continu. Théorie des réacteurs appliquée aux opérations métallurgiques : mélange intégral, écoulement piston, temps de séjour.

10-Met-A3 Procédés d'extraction des métaux

Principes de traitement des minerais : fragmentation, techniques de séparation physique, flottation, démouillage. Choix de procédés d'extraction. Hydrométallurgie et électrométallurgie, y compris lixiviation, purification de solutions, extraction par solvants, extraction et affinage des métaux. Pyrométallurgie incluant grillage, fusion, convertissage et affinage, y compris les enjeux de réfractaires. Calculs basés sur des schémas d'écoulement, des bilans de chaleur et de masse. Impact environnemental des procédés.

10-Met-A4 Structure des matériaux

Structure des métaux (description des structures cristallines). Méthodes analytiques de détermination de la structure, y compris la métallographie, la diffraction des rayons X et microscopes électroniques à balayage et à transmission. Introduction à la théorie de la dislocation. Éléments des joints de grain. Lacunes. Diagrammes d'équilibre et de phase binaire.

10-Met-A5 Comportement mécanique et rupture des matériaux (Examen préalable suggéré : A4)

Réaction à la traction des matériaux. Éléments de la théorie de la dislocation. Glissement et maclage dans les solides cristallins. Mécanismes de renforcement dans les métaux. Réaction à la déformation à température élevée des solides cristallins. Rupture. Éléments de la mécanique de la rupture. Rupture aux cycles effort-déformation. Propagation de fissure de fatigue.

10-Met-A6 Transition de phase et traitement thermique des métaux et alliages (Examen préalable suggéré : A4)

Recuit des métaux (restauration, recristallisation, croissance de grain, cristallisation secondaire et traitements thermiques liés à ces phénomènes). Processus de nucléation et de croissance et solidification des métaux. Phénomènes de solidification dans les métaux. Cinétique de nucléation et de croissance. Durcissement par précipitation.

10-Met-A7 Corrosion et oxydation (Examen préalable suggéré : A1)

Théorie fondamentale de la corrosion. Théorie de la corrosion électrochimique. Cellules métallurgiques. Cellules environnementales. Corrosion sous contrainte. Choix des matériaux. Revêtements de protection. Inhibiteurs de corrosion. Protection cathodique et anodique. Oxydation.

GROUPE B

EXAMENS FACULTATIFS

TROIS REQUIS

10-Met-B1 Traitement des minerais

Sources et nature des minéraux métalliques et industriels d'importance. Techniques de fragmentation, classification granulométrique. Hydrocyclones, séparation magnétique et par gravité. Flottation : chimie des surfaces, réactifs, analyse. Entreposage des rejets, contrôle de la pollution de l'eau, exploitation en circuit fermé. Conception des installations, analyse et optimisation de procédé.

10-Met-B2 Hydrométallurgie et électrométallurgie

Procédés unitaires en hydrométallurgie : lixiviation acide, alcaline et sous pression. Aspects thermodynamiques et cinétiques. Diagrammes de Pourbaix. Purification des liqueurs lixiviantes par échange d'ions, extraction par solvants et précipitation sélective. Techniques de séparation solide-liquide. Principes d'électrométallurgie. Récupération des valeurs métalliques par cémentation, extraction électrolytique et affinage à partir de solutions aqueuses. Préparation d'électrolyte, potentiel des cellules et effet des agents d'addition. Méthodes de précipitation par l'hydrogène. Application des procédés en vue de la récupération du cuivre, du nickel, du zinc, du cobalt, de l'or et de l'uranium.

10-Met-B3 Sidérurgie

Réactions thermodynamiques et cinétiques de la fabrication de la fonte et de l'acier. Procédés de réduction directe. Exploitation des hauts fourneaux. Propriétés chimiques des fondants, laitiers et réfractaires. Processus de conversion et fabrication d'acier au four électrique. Traitement du métal chaud, métallurgie en four-poche, y compris la désulfuration, la désoxydation, l'affinage par gaz inertes et les réacteurs sous vide. Coulée continue. Procédés d'affinage secondaire, y compris les procédés AOD, VAD, VOD, VAR et ESR. Analyse des technologies nouvelles et émergentes en sidérurgie. Contrôle de l'environnement.

10-Met-B4 Métallurgie extractive des métaux non ferreux

Application des principes de la thermodynamique, de la cinétique et des phénomènes de transfert à l'extraction et à l'affinage des métaux non ferreux à l'aide de procédés pyrométallurgiques. Production de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc à partir de sulfures. Opérations de conversion et de fusion éclair. Production d'aluminium et de magnésium par électrolyse ignée. Exploitation de cuve de réduction. Production de métaux réfractaires par chloration et purification. Avancées récentes en pyrométallurgie des métaux non ferreux. Impact environnemental.

10-Met-B5 Transformation des métaux

Éléments fondamentaux de la solidification : diagrammes de phases, courbes de refroidissement, structures de coulée, retrait à la solidification, caractéristiques des métaux en fusion. Méthode de coulée y compris la coulée en lingotière, la coulée en continu, la coulée en sable, le moulage mécanique, le moulage à cire perdue, le moulage à contre-gravité, la coulée en mousse perdue, la coulée en moule, le forgeage liquide et le moulage à l'état semi-solide. Corroyage : laminage à chaud, extrusion et forgeage. Opérations de cintrage et

de tôlerie : roulage et profilage, opérations de cisailage, formage par étirage et emboutissage, hydroformage et superplasticité. Procédés de la métallurgie des poudres.

10-Met-B6 Métallurgie physique des fontes et des aciers

Alliages fer-carbone (système d'alliages Fe-Fe₃C et transformation isothermique de l'austénite en ferrite, en cémentite et en martensite, recuit et normalisation, écrouissage et recuit d'adoucissement, trempe, trempe étagée bainitique et trempe étagée martensitique). Aciers au carbone, y compris les aciers microalliés. Aciers alliés. Aciers inoxydables. Fontes. Aciers à outils. Trempe et modification superficielles.

10-Met-B7 Métallurgie physique des métaux et des alliages non ferreux

L'aluminium et ses alliages. Le cuivre et ses alliages. Le titane et ses alliages. Les alliages de nickel et de cobalt. Les alliages de magnésium et de zinc. Les métaux et alliages réfractaire et les composés intermétalliques structurels.

10-Met-B8 Matériaux céramiques

Liants céramiques. Structures des matériaux céramiques. Effet des forces et de la structure chimiques sur les propriétés physiques. Défauts dans les céramiques. Diffusion et conductivité électrique. Équilibre des phases. Frittage et croissance du grain. Propriétés mécaniques : rupture rapide, fluage, propagation lente de fissures et fatigue. Tensions thermiques et propriétés thermiques. Propriétés diélectriques.

10-Met-B9 Structure et propriétés des polymères

Architecture des chaînes polymères : dimensions, distribution gaussienne de la densité des segments, conformation des polymères. Détermination de la masse molaire : osmométrie, diffusion de la lumière, chromatographie sur gel, viscosimétrie capillaire. Équilibre des phases polymériques : qualité des solvants, dispersion des polymères. Structure/transitions polymériques : températures de dispersion et de transition vitreuse, volume libre. Cristallisation : structure cristalline, cristallinité fractionnée. Propriétés mécaniques : méthodes d'essai, conformité, viscoélasticité, essais dynamiques, superposition temps-température, courbe maîtresse, élasticité du caoutchouc, craquelage. Propriétés d'écoulement des polymères : viscosité, rhéologie, fluidification, analyse des champs de propagation. Techniques de traitement des polymères.

10-Met-B10 Matériaux électroniques de pointe

Théorie des bandes : niveaux d'énergie des solides, masse effective, loi de Fermi-Dirac. Semi-conducteurs : dopage, activation, diffusion, jonctions p-n et piles photovoltaïques. Diélectrique et polarisation : capacité électrique, matériaux diélectriques, champ de Lorentz, rupture diélectrique, piézoélectricité, ferroélectricité et pyroélectricité. Magnétisme : intensité de champ, perméabilité, interaction d'échange, aimantation à saturation, domaines magnétiques et anisotropie, boucle d'hystérésis. Supraconductivité : effet de Meissner, matériaux supraconducteurs, champ critique et densité de courant, théorie BCS. Métaux : potentiel de contact, effet Seebeck et effet de thermocouple, thermoélectricité, électromigration.