

PERSONNEL

Recrutement des Ingénieurs du Corps des mines.

LÉOPOLD II, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

Vu les lois du 10 avril 1890 et du 3 juillet 1891 sur la collation des grades académiques et le programme des examens universitaires;

Vu l'arrêté royal du 21 septembre 1894, organique du service et du Corps des ingénieurs des mines, modifié par ceux des 21 mars 1902, 16 janvier 1904 et 18 avril 1905;

Revu l'arrêté royal du 2 septembre 1896 relatif au recrutement des ingénieurs des mines;

Considérant que l'expérience a fait reconnaître l'utilité d'apporter certaines modifications aux dispositions en vigueur;

Sur la proposition de Notre Ministre de l'Industrie et du Travail;

NOUS AVONS ARRÊTÉ ET ARRÊTONS :

ARTICLE PREMIER. — Nul ne peut être nommé ingénieur au Corps des mines, s'il n'a été reconnu capable d'en remplir les fonctions à la suite d'un concours.

Pour être admis à concourir, il faut être Belge, âgé de 21 ans au moins et de 27 ans au plus, et porteur du diplôme d'ingénieur civil des mines, délivré et entériné conformément à la loi du 10 avril 1890, modifiée par celle du 3 juillet 1891 sur la collation des grades académiques et le programme des examens universitaires.

ART. 2. — Le concours portera sur les matières suivantes :

1° Exploitation des mines, y compris la topographie souterraine;

2° Législation minière et réglementation minière;

3° Electricité et ses applications;

4° Une branche à désigner par le sort parmi les suivantes :

a) Métallurgie;

b) Géologie et paléontologie;

c) Mécanique appliquée;

d) Physique industrielle.

5° Langue flamande;

6° Langue anglaise ou allemande;

ART. 3. — L'épreuve pourra être écrite ou orale pour toutes branches.

ART. 4. — Le tirage au sort mentionné au 4° de l'article 2 aura lieu dans une réunion des membres du jury appartenant à l'Administration, réunion à laquelle les trois écoles techniques de Bruxelles, de Liège et de Louvain, seront invitées à se faire représenter.

Il sera dressé procès-verbal de cette opération.

ART. 5. — Le programme détaillé des matières du concours est déterminé par le Ministre de l'Industrie et du Travail.

Art. 6. — Le Ministre de l'Industrie et de Travail fixe l'époque à laquelle le concours aura lieu; avis en est donné en temps utile par la voie du *Moniteur*.

Deux mois au moins avant l'ouverture du concours, un arrêté ministériel indiquera :

1° La branche reprise au 4° de l'article 2;

2° Pour chacune des branches, celles des matières comprises dans le programme prévu à l'article 5 sur lesquelles portera l'épreuve;

3° Le nombre des points attribués aux diverses matières;

4° Le nombre des points exigibles.

Les récipiendaires qui auront satisfait aux conditions de l'épreuve seront classés dans l'ordre numérique des cotes d'ensemble obtenues et déclarés aptes à être nommés aux places vacantes dans le cadre des ingénieurs de 3^e classe des mines.

ART. 7. — Le concours a lieu devant un jury nommé par le Ministre de l'Industrie et du Travail.

Ce jury est composé du Directeur-Général des mines, qui remplit les fonctions de Président, de fonctionnaires du Corps des mines et de professeurs ou chargés de cours des écoles techniques des Universités de Bruxelles, de Liège et de Louvain, qui enseignent les matières reprises sous les n^{os} 1^o à 4^o de l'article 2. Ces derniers n'ont voix délibératives qu'en ce qui concerne les matières pour lesquelles ils ont été désignés.

Ne peuvent faire partie du jury les fonctionnaires du Corps des mines qui participent à l'enseignement dans les écoles techniques universitaires.

ART. 8. — Chaque année, les Universités susdites seront invitées à fournir, chacune en ce qui la concerne, la liste des professeurs ou chargés de cours qui en raison des matières de leur enseignement, peuvent être choisis comme membres du jury.

La désignation de ceux-ci sera faite d'après les règles ci-après :

1° Chaque Université sera représentée au jury pour deux des branches n^{os} 1 à 4;

2° Lorsque dans l'une des trois écoles techniques préindiquées, l'une des branches est enseignée par deux ou plusieurs professeurs ou chargés de cours, ceux-ci pourront à la fois faire partie du jury pour cette branche, mais

chacun seulement pour les matières qui le concernent, et leurs votes réunis ne seront comptés que pour une seule voix dans les délibérations auxquelles ils prendront part.

Pour l'épreuve sur les langues étrangères, il pourra être adjoint au jury des personnes ne faisant pas partie du corps enseignant universitaire.

Le Ministre, et en son absence le Président, tranche toutes les difficultés qui pourraient surgir dans la formation et les opérations du jury.

ART. 9. — Les membres du jury reçoivent des indemnités de vacation, de déplacement et de séjour à déterminer par Notre Ministre de l'Industrie et du Travail.

ART. 10. — Les ingénieurs civils des mines qui désirent prendre part au concours, doivent se faire inscrire à l'Administration centrale des mines et fournir la preuve qu'ils réunissent les conditions prévues à l'article 1^{er}.

ART. 11. — Par mesure transitoire, la disposition qui fait l'objet du 5^o de l'article 2 ne sera applicable qu'à partir de l'année 1912; jusqu'à cette époque la langue flamande sera placée sur le même pied que les langues anglaise et allemande.

ART. 12. — Est rapporté Notre arrêté du 2 septembre 1896.

ART. 13. — Notre Ministre de l'Industrie et du Travail est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Bruxelles, le 29 juillet 1907.

LÉOPOLD.

Par le Roi :

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

AR. HUBERT.

Matières du Concours

ARRÊTÉ MINISTÉRIEL DU 29 JUILLET 1907

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL,

Vu les lois des 10 avril 1890 et 3 juillet 1891 sur la collation des grades académiques et le programme des examens universitaires;

Vu l'arrêté royal du 29 juillet 1907, rapportant celui du 2 septembre 1896, pris en exécution des susdites lois et réglant l'admission à la fonction d'ingénieur de 3^{me} classe des mines;

Revu l'arrêté ministériel du 2 septembre 1896 déterminant le programme des matières du concours pour l'admission à la dite fonction;

Sur la proposition du Directeur général des mines,

ARRÊTE :

ARTICLE UNIQUE. — Le programme des matières du concours pour l'admission à la fonction d'ingénieur de 3^{me} classe des mines est modifié tel qu'il est reproduit à la suite du présent arrêté.

Expédition du présent arrêté sera adressée, pour exécution, au Directeur général des mines.

Bruxelles, le 29 juillet 1907.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

AR. HUBERT.

PROGRAMME DÉTAILLÉ

DES

Matières du Concours pour l'admission

A LA

Fonction d'Ingénieur de 3^{me} classe des mines

EXPLOITATION DES MINES

I. — Travaux de recherches

a) Recherches par puits et galeries.

b) Sondages. — Sondages par percussion, à tiges pleines et à tiges creuses : trépan, tiges, coulisses, appareils à chute libre, engins de manœuvres et de battage. Curage discontinu, continu. Sondage à la corde. Sondage par forage : tarières, tiges, sondes au diamant. Tubages. Prise d'échantillons. Accidents, outils de secours. Vérifications. Organisation générale d'un sondage. Application des divers systèmes de sondage à la reconnaissance des terrains et des gîtes exploitables.

II. — Excavations et travaux d'art.

Moteurs et transmissions d'énergie applicables dans les mines.

Abatage. — Emploi des outils. Emploi des explosifs. Classification et propriétés des explosifs employés dans les mines. Explosifs antigrisouteux : théorie et expérimentation. Forage des trous de mines : *a)* au moyen d'outils ou de perforatrices mus par la main de l'homme ; *b)* au moyen de perforatrices mues par l'air comprimé, l'eau sous pression, l'électricité.

Types principaux de perforatrices, à percussion et à rodage. Affûts. Chargement, bourrage et amorçage des mines. Procédés de mise à feu. Abatage des roches sans le secours des explosifs. Aiguille-coin. Haveuses mécaniques. Machines à rainurer et à broyer les roches. Emploi de l'eau et du feu.

Organisation et résultats du travail mécanique, avec ou sans explosifs, dans les chantiers, les galeries et les puits.

Soutènement : principes généraux, emploi des divers matériaux.

Galeries et tunnels : creusement et soutènement en terrains consistants ou ébouleux et bouillants.

Puits. — Destination, formes, divisions en compartiments. Revêtements. Organisation du travail de creusement. Approfondissement sous stot. Chargeages. Cuvelages : construction et réparation.

Creusement en terrains aquifères : 1° avec épuisement, principaux systèmes; 2° sans épuisement, emploi de l'air comprimé, de la congélation, de la cimentation; procédés à niveau plein : emploi des plongeurs, du trépan, de la drague; descente du cuvelage à niveau plein. Eboulements dans les puits et moyens d'y remédier.

Serremments et plates-cuves. — Différents modes de construction.

III. — Exploitation proprement dite.

Exploitation à ciel ouvert. — Conditions générales d'aménagement : gites exploités en plaine ou à flanc de coteau.

Exploitation souterraine. — Conditions générales d'aménagement. Travaux préparatoires. Marche générale de l'exploitation. Choix de la méthode.

1° Exploitation sans remblai : a) par piliers abandonnés; b) par traçage et dépilage; c) par foudroyage.

2° Exploitation avec remblai. — Principes généraux. Méthodes : a) par tailles droites, montantes ou chassantes, par gradins droits, par gradins renversés; b) par traçage et dépilage, entre toit et mur, ou en tranches inclinées, horizontales ou verticales.

Application aux couches de houille et aux principaux gites de minerais.

Mouvements du sol produits par les travaux d'exploitation. Mode de propagation. Caractères des dégradations.

IV. — Transport, extraction, translation des ouvriers.

Transport. — Etablissement des voies. Evitements et raccordements. Inclinaison des voies.

Matériel roulant. — Discussion du véhicule au point de vue de la matière, de la forme et de la capacité. Roues et essieux. Systèmes de graissage.

Moteurs. — Moteurs animés. Emploi de l'homme et des animaux. Moteurs inanimés. Machines locomotives à vapeur, air comprimé, benzine ou électricité. Machines fixes pour transport sur pente ou sur voie horizontale. Systèmes par chaîne flottante ou trainante, par câble flottant ou traînant, par corde-tête et corde-queue. Trans-

ports aériens. Plans inclinés automoteurs. Freins et autres appareils de sûreté.

Extraction et translation du personnel. — Tonnes, wagonnets attachés au câble, cages. Guidages. Recettes au fond et à la surface. Taquets. Manœuvres. Signaux.

Câbles. Comparaison au point de vue de la matière et de la forme. Coefficient de résistance; module d'élasticité. Attaches des cages. Surveillance et entretien des câbles. Circonstances influant sur leur durée.

Intermédiaires entre le câble et la machine. Molettes et chassis. Bâtiments d'extraction.

Etude statique de l'équilibre des câbles. Câbles d'équilibre. Câble contrepoids. Variation du rayon d'enroulement par bobines et tambours.

Moteurs. — Emploi de l'homme et des animaux. Moteurs hydrauliques.

Machines à vapeur. Conditions générales de construction. Servomoteur. Application de la détente fixe ou variable, et de la condensation. Description des principaux types.

Principes généraux de l'application des moteurs électriques aux machines d'extraction.

Appareils de sûreté applicables aux engins d'extraction, en particulier destinés à la translation du personnel. Dispositions diverses tendant à prévenir les accidents.

Échelles et fahrkunst. — Conditions d'installation.

V. — Préparation mécanique et manutentions à la surface.

Préparation mécanique. — But. Opérations fondamentales : travail manuel, travail mécanique. Triage et concassage, au chantier et à la surface. Klaubage. Epierrage automatique des charbons. Scheidage. Débourage.

Broyage : Dégrossisseurs, concasseurs, pulvérisateurs. Description et mode de fonctionnement des principaux appareils.

Classement par volume : Grilles fixes ou mobiles, trommels, cribles à secousses, cribles giratoires. Description et application des principaux types.

Setzage : Théorie analytique du setzage. Nécessité du classement par volume préalable. Description et fonctionnement des principaux types de lavoirs à grains, discontinus ou continus. Cribles à sables.

Classeurs de fin : action du courant d'eau. Courant ascendant. Principaux appareils.

Lavage sur les tables : théorie générale. Description et fonctionnement des principaux types de tables fixes ou mobiles.

Principes de la préparation à sec et du classement magnétique.

Appareils spécialement employés pour la préparation des charbons.

Organisation générale d'un atelier de préparation mécanique.

Emmagasinage et chargement. — Estacades, versement. Chargement sur wagons et sur bateaux à niveau d'eau constant et à niveau variable.

VI. — Epuisement des eaux.

Pénétration des eaux dans les mines. Bains, coups d'eau. Jaugeage des venues d'eau. Galeries d'écoulement. Epuisement à faibles profondeurs. Epuisement à la tonne. Epuisement par machines. Différents systèmes de pompes. Description et application. Construction des principaux organes.

Epuisement par moteurs à la surface. — Dispositions d'ensemble. Divisions en étages. Maitresses-tiges. Construction et installation. Moteurs hydrauliques. Moteurs à vapeur.

a) Machines à simple effet et à pleine pression. Machines à balancier et à traction directe. Régénérateurs de force. Machines à détente. Influence des masses. Machine de Woolf. Principe du fonctionnement.

b) Machines à double effet, à traction directe, à rotation. Principaux types. Principe du fonctionnement.

Epuisement par machines souterraines. — Machines à vapeur, avec ou sans volant. Moteurs et transmissions hydrauliques ou électriques. Conditions générales de l'installation et du fonctionnement. Description des principaux types. Comparaison.

Epuisement dans les avaleresses.

VII. — Aérage.

Composition de l'air des mines. Causes d'altération. Grisou, propriétés, gisement, modes de dégagement. Circonstances diverses influençant le dégagement du grisou. Explosions. Influence des poussières de charbon. Grisoumétrie.

Ventilation. — Vitesse et débit des courants d'air. Dépression. Description, vérification et usage des appareils de mesure. Tempérament. Orifice équivalent. Travail utile de la ventilation.

Aérage naturel. Aérage par échauffement. Foyers. Aérage par entraînement. Aspirateur Koertling.

Aérage mécanique. — Ventilateurs. Description et comparaison des principaux types. Mode de fonctionnement et conditions d'application.

Aménagement des travaux au point de vue de l'aérage. — Aérage aspirant ou soufflant. Volume d'air nécessaire. Division du courant d'air. Aérage ascensionnel. Aérage des travaux préparatoires. Règles spéciales aux mines à dégagements instantanés de grisou. Utilisation du puits de retour d'air comme puits d'extraction.

Sauvetage. — Incendies souterrains. Rétablissement de l'aérage après un accident. Appareils respiratoires. Description et conditions d'emploi. Organisation d'une équipe de sauvetage.

VIII. — Eclairage.

Feux nus. Lampes de sûreté, organes essentiels. Expérimentation des lampes. Modes de fermeture. Rallumage. Principaux types, description et conditions d'emploi. Lampes électriques portatives. Eclairage fixe. Organisation du service de l'éclairage.

IX. — Administration.

Éléments du prix de revient. Répartition de la main-d'œuvre du fond et de la surface. Modes de rétribution. Contrôle de la main-d'œuvre. Contrôle des magasins. Distinction des frais fixes et des frais proportionnels. Etablissement des prix de revient et du bénéfice. Bilan. Évaluation d'une mine.

X. — Topographie souterraine.

Méthode générale de lever des plans souterrains. Mesure des alignements et des angles. Emploi de la boussole et du théodolite. Causes d'erreurs. Vérifications. Orientation des plans de mines. Nivellement souterrain. Mesure de la profondeur des puits. Résolution de problèmes par la méthode graphique et numérique. Percements. Détermination de la longueur, de la direction et de l'inclinaison de l'axe d'un percement.

Tracé des plans de mines. Registres d'avancement. Plans, projections et coupes. Tenue des plans. Plans d'ensemble par étages ou par couches. Dessins des plans. Signes conventionnels. Tracé des courbes de niveau des surfaces souterraines. Cartes minières. Raccordement des couches.

GÉOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE.

Notions élémentaires de géophysique (forme, dimensions, densité de la terre, répartition des terres et des mers, degré géothermique, magnétisme terrestre). Hypothèses sur la constitution et l'état physique de l'intérieur du globe.

Formation et évolution de la croûte terrestre, théories et hypothèses : a) Roches sédimentaires (y compris les gîtes métallifères sédimentaires); b) Roches éruptives (non compris les études microscopiques); c) Gîtes métallifères non sédimentaires; d) Sources et nappes aquifères.

Les classifications géologiques : leurs bases, leurs grandes lignes.

Tectonique générale. Plissements. Dislocations, distinction des diverses espèces de dislocations. Métamorphisme. Formation des chaînes de montagnes, leur âge, leur répartition. Application spéciale à la Belgique (particulièrement la tectonique des bassins houillers).

Théories relatives aux déformations principales de la croûte terrestre.

Désagrégation de la croûte terrestre, action de l'eau superficielle et souterraine, de la glace, de l'atmosphère, du vent. Evolution des cours d'eau. Rapport entre la topographie et la constitution géologique du sol (application à la Belgique).

Levé et tracé des cartes géologiques, leur interprétation. Epreuve pratique.

Distinction fondamentale entre les corps bruts et les corps vivants. Grandes lignes de la classification des règnes végétal et animal. L'espèce en botanique et en zoologie. Coup d'œil sur la distribution géographique des êtres vivants dans la nature actuelle. Signification des flores et des faunes. Flores et faunes marines, d'eaux douces, terrestres. Causes déterminant la localisation des flores et des faunes dans la nature.

Signification des débris de plantes et d'animaux rencontrés dans les dépôts sédimentaires. Les fossiles. Leur mode de conservation. Faunes et flores fossiles. Gisements et succession des fossiles dans les formations géologiques.

Valeur des fossiles dans la détermination des systèmes, des étages, des assises. Applications aux terrains belges. Epreuve pratique.

LÉGISLATION MINIÈRE.

Loi du 21 avril 1810 sur les mines, minières et carrières, avec les modifications y introduites par les lois du 2 mai 1837 et du 8 juillet 1865.

Règlement général de police des mines, avec les modifications y introduites par les arrêtés royaux des 13 décembre 1895, 13 octobre 1897, 5 septembre 1901 et 9 août 1904.

MÉTALLURGIE

Métallurgie générale.

Formule générale du traitement d'un minerai. Nomenclature métallurgique. Diverses opérations de la métallurgie.

Fourneaux. — Fours à cuve, à réverbère, à creusets; description générale et théorie; revêtements; comparaison de ces trois classes de fours.

Souffleries considérées au point de vue de leur effet sur la marche des fourneaux. Souffleries de hauts-fourneaux et d'aciéries; quelques types de souffleries desservies par moteur à vapeur, par moteur à gaz. Régulateurs, conduites de vent, vannes, manomètres.

Chauffage de l'air. — Appareils en fonte, en matériaux réfractaires; comparaison. Pyromètres.

Applications des combustibles. — Bois et charbon de bois, tourbe, lignites, houilles; coke, anthracites, hydrocarbures, gaz combustibles. Gazogènes. Fours à gaz avec régénération. Fours à coke avec ou sans récupération.

Calcination et grillage: en tas, au four à cuve, au réverbère. Fours Gerstenhöfer, fours à mouffles, fours rotatifs. Grillage à la vapeur d'eau.

Fondants, scories et laitiers.

Sidérurgie.

Propriétés des fontes, des fers et des aciers. Minerais de fer, leur constitution physique ou chimique; leurs défauts, moyens d'y remédier. Extraction directe du fer.

Fabrication de la fonte. — Hauts-fourneaux, construction, discussion du profil et des dimensions. Monte-charges. Lit de fusion. Mise à feu. Chargement et prises de gaz. Epuration des gaz, leurs valeurs calorifique, leur utilisation. Théorie du haut-fourneau. Effet du vent chauffé. Caractéristiques de la marche en divers produits. Laitiers. Influence de la composition du laitier sur l'allure du fourneau et la composition du produit. Emploi des laitiers. Dérangements. Accidents. Mise hors. Hauts-fourneaux au charbon de bois.

Fonderie. — Modèles, divers modes de moulage, pièces à noyau. Fours de refonte. Coulée. Parachèvement. Réception. Objets en fonte malléable.

Fabrication du fer et de l'acier autrement que par voie de fusion. — Au feu d'affinerie, au four à puddler. Four à puddler ordinaire, au gaz, mécanique. Cingleurs. Laminoirs à ébauchés et corroyés. Acier cimenté. Confection des paquets ou masses.

Fabrication du fer et de l'acier par voie de fusion. — Aciers au convertisseur à revêtement acide, à revêtement basique. Description du matériel. Canalisations hydraulique et pneumatique, banc de manœuvre, vannes et distributeurs.

Description et théorie de l'opération. Qualités des produits. Convertisseurs à petite production et fonderie d'acier.

Aciers sur sole acide, basique, neutre, scraps et ore process. Procédés mixtes.

Acier cimenté fondu au creuset, aciers pour alliages.

Défauts des lingots, leurs causes, les moyens de les prévenir ou d'y remédier.

Notions sur la théorie cellulaire de l'acier, sa structure, ses modifications sous l'action de la chaleur, par refroidissement lent et par refroidissement brusque, recuit et trempe.

Travail à chaud du fer et de l'acier. — Soudage des masses et des lingots au pilon, à la presse, au blooming. Fours à réchauffer les masses et les lingots. Pits Gijers. Laminage du fer et de l'acier. Comparaison du travail des deux métaux quant à la température du métal laminé, à la puissance consommée, aux dimensions des organes du train. Fers et aciers marchands, billettes, rails, bandages, verges, tôles, galvanisation.

Travail à froid des fers et des aciers. — Ecouissage. Étirage au laminoir, à la filière, emboutissage.

Classification générale des produits de la sidérurgie.

Métallurgies spéciales.

Zinc. — Propriétés, emplois. Minerais, grillage de la blende et calcination de la calamine. Fabrication du matériel réfractaire. Description des fours. Chauffage au gaz. Mise à feu. Travail des fours. Théorie de la réduction, causes des pertes. Primes. Formules déterminant la valeur des minerais. Traitement des poussières. Affinage. Laminage. Cadmium. Blanc de zinc.

Plomb. — Propriétés, emplois. Minerais. Traitement de la galène au réverbère, formule générale de traitement, influence des gangues, causes des pertes, examen de divers cas spéciaux. Traitement de la galène au four à cuve, disposition des fours. Divers modes de traitement. Théorie de la réduction. Affinage. Valeur des minerais.

Argent. — Propriétés, emplois. Minerais. Séparation du plomb et de l'argent : coupellation, pattinsonnage, désargentation par le zinc. Séparation du cuivre et de l'argent : procédés du Mansfeld et du Harz. Traitement des minerais d'argent par amalgamation.

Cuivre. — Propriétés, emplois. Classement des minerais. Traitement du cuivre natif. Traitement des minerais oxydés au réverbère, au four à cuve, théorie de la réduction. Affinage et raffinage. Traitement des minerais pyriteux au réverbère, au four à cuve, théorie de la réduction. Traitement des mattes au convertisseur Bessemer. Traitements par voie humide. Alliages : bronzes, laitons, métal delta, etc.

Etain. — Propriétés, emplois. Minerais, leur préparation. Traitement au réverbère et au four à manche. Affinage. Traitement des déchets de fer blanc.

Nickel. — Propriétés, emplois. Minerais. Traitements par voie sèche et par voie humide. Alliages.

Aluminium. — Propriétés, emplois. Minerais. Procédé Sainte-Claire Deville.

Electro-métallurgie. — Application de l'électrolyse et de l'arc voltaïque aux diverses métallurgies spéciales, notamment au raffinage du cuivre et à la préparation de l'aluminium.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

I. — Propriétés des gaz et des vapeurs.

Principes fondamentaux de la thermodynamique. Cycle fermé. Chaleur interne. Energie potentielle. Principes de Mayer, Joule, Carnot-Clausius. Opérations réversibles. Isothermes. Adiabatiques. Cycle de Carnot. Entropie. Diagramme entropique. Ses applications. Théorème de Rankine. Cycle non réversible.

Propriétés des gaz. Lois de Mariotte et de Gay-Lussac. Gaz parfait. Equation générale. Température absolue. Loi de Joule. Isotherme et adiabatique. Entropie des gaz. Ecoulement des gaz.

Propriétés de la vapeur d'eau. Vapeur saturée. Tables des vapeurs. Vapeur surchauffée. Isotherme et adiabatique. Entropie. Diagramme entropique. Variation du titre pendant la détente et la compression. Diagrammes de Mollier. Détente d'un mélange d'air et de vapeur. Ecoulement des vapeurs et de l'eau saturée. Application.

II. — Des combustibles et de la combustion.

Qualités et classement des combustibles industriels. Combustion des solides, des liquides et des gaz.

Problèmes à résoudre : 1° poids et volume d'air nécessaire; 2° chaleur dégagée; pouvoirs calorifiques. Leur mesure par diverses méthodes; 3° température de combustion. Discussion de la formule, Dissociation; 4° chaleur emportée par les produits de la combustion.

Etude détaillée des combustibles industriels : Bois, tourbe, lignite, houilles, anthracite. Classement industriel et commercial. Essai industriel. Agglomérés. Coke. Boghead. Cannel-coal. Charbon de bois. Pétroles et ses dérivés. Combustibles gazeux. Avantages. Gaz naturel. Gaz d'éclairage. Air carburé. Carburateurs. Description et classement des principaux types. Carburateurs-vaporisateurs pour pétrole et alcool. Dénaturation de l'alcool.

Gaz pauvres et gaz mixtes. Gaz à l'air. Gaz à l'eau. Gazogènes. Classification. Description des principaux systèmes à injection de vapeur, à insufflation mécanique, à haute pression, à aspiration. Fonctionnement des gazogènes. Combustion renversée, à double cuve. Gazogène Riché. Gazogènes pour charbons demi-gras.

Théorie de la gazéification des combustibles.

Rendement d'un gazogène. Essai.

Epuration et utilisation des gaz des hauts-fourneaux, des fours à coke.

Acétylène.

III. — Des foyers.

Combustibles solides. Description du foyer. Combustion lente et combustion rapide. Foyer pour combustibles menus et en poussière. Calcul des dimensions. Foyers pour combustibles liquides et gazeux. Foyers fumivores. Rendement d'un foyer, sa détermination expérimentale.

IV. — Du tirage.

Cheminées. Formules. Influence de la section, de la hauteur, de la température, des résistances. Calcul. Registres. Tirage mécanique. Injecteurs. Ventilateurs. Aspirateurs.

V. — Transmission de la chaleur.

Conductibilité, mélange, radiation, convection. Transmission entre deux fluides séparés par une paroi plane ou cylindrique. Cas des fluides en mouvement.

VI. — Chaudières à vapeur.

Surface de chauffe directe ou indirecte. Calcul. Rendement. Surface. Expériences. Disposition. Economiseurs et réchauffeurs. Chambre d'eau et de vapeur. Chaudières sectionnelles. Dangers des grands volumes.

Classification des chaudières. Description des principaux types à foyer extérieur, intérieur, mixte, sans foyer. Chaudières verticales. Alimentation. Pompes et injecteurs. Théorie de ces appareils. Ejecteurs. Appareils de sûreté. Classement et description des principaux systèmes de manomètres, de soupapes, d'indicateurs de niveau. Conduites de vapeur et appareils annexes. Surchauffeurs. Eaux alimentaires. Incrustations. Systèmes d'épuration.

Accidents. Leurs causes.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE

PREMIÈRE PARTIE.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX.

I. — Généralités.

Relations entre les forces extérieures, les actions moléculaires et les déformations. Principes généraux de la résistance des matériaux. Définitions des coefficients d'élasticité E et G . Propriétés élastiques des surfaces planes; notions des centres d'élasticité et de percussion. Moment d'inertie. Ellipse d'inertie. Noyau central.

Définitions du solide de résistance et de ses déformations simples. Extension, compression, cisaillement, flexion, effort rasant, torsion. Lois de Hooke, de Bernoulli, de la continuité, de la superposition des petites déformations.

II. — Etude expérimentale des propriétés élastiques des matériaux.

But et classification des essais. Essais de traction. Eprouvettes. Machines à essayer de différents genres. Production et mesure de l'effort. Mesure de la déformation. Précautions à prendre. Appareils enregistreurs. Diagrammes. Interprétation. Eléments qu'ils fournissent. Résistance vive. Elasticité rémanente. Répétition des efforts et des chocs.

Action de la température, de la durée de la mise en charge; actions des métaux ou métalloïdes associés au métal sur la résistance.

Essais de compression, de flexion, de torsion, de pliage, de choc, d'emboutissage. Essais sur barreaux entaillés. Méthode de Brinell. Essais sur pièces finies; essais des chaudières.

III. — Etude analytique.

Extension et compression simples. — Formules. Solide d'égal résistance. Travail de la déformation. Applications diverses notamment au calcul des câbles d'extraction.

Cisaillement simple. — Formules. Applications. Réciprocité des glissements.

Flexion simple. — Formule générale donnant la tension maxima dans la section droite d'un solide à axe rectiligne. Section dangereuse.

Solide d'égal résistance. Equation de l'élastique. Encastrement. Problèmes d'application.

Déformations au delà de la limite d'élasticité.

Travail moléculaire pendant la flexion. Effort rasant et effort tranchant; leur répartition dans une section. Flexion des pièces rectilignes reposant sur plusieurs appuis de niveau. Equations de Clerc et de Clapeyron. Théorème des trois moments.

Flexion des pièces à faible ou à forte courbure.

Torsion simple des prismes et des cylindres. Travail moléculaire.

Déformations composées. Equations générales et applications.

Arcs. Pièces chargées debout. Enveloppes cylindriques et sphériques. Plaques. Ressorts.

DEUXIÈME PARTIE.

ETUDE GÉNÉRALE DU MOUVEMENT DES MACHINES.

I. — Travail.

Sa mesure, sa représentation graphique dans divers cas.

Force vive. Energie. Conservation de l'énergie. Equation générale. Résistances passives. Etude des variations de vitesse d'une machine. Mouvement périodique. Détermination expérimentale du coefficient de régularité. Inertie des masses à mouvement alternatif. Détermination graphique de la vitesse et de l'accélération de ces masses. Introduction de leur inertie dans la recherche des positions d'équilibre d'une machine.

Mesure du travail de la pesanteur. Théorème de Bernoulli. Travail moteur d'une chute d'eau. Mesure de ses facteurs.

Mesure du travail de la pression d'un fluide. — Indicateur. Description. Tarage. Usage.

Mesure du travail utile. Freins. Dynamomètres de transmission.

Travail des résistances passives. Lois du frottement, du roulement, de la raideur des cordes, de la résistance des fluides. Chocs, vibrations.

II. — Régularisation du mouvement des machines.

Variations de vitesse. Leur classification. Organes de régularisation. Calcul des volants. Régulateurs. Modes d'action. Différents systèmes. Equation d'équilibre des régulateurs à force centrifuge.

Stabilité. Energie. Qualités et défauts. Etude d'un régulateur déterminé; calcul. Proportions. Régulateurs à action indirecte. Compensateurs.

TROISIÈME PARTIE.

ETUDE SPÉCIALE DES DIFFÉRENTES CLASSES DE MOTEURS INDUSTRIELS.

I. — Moteurs à vapeur à piston.

Composition, fonctionnement et classification. Cycle de Carnot. Cycle de Rankine. Formule et abaque de Rateau. Cas de la vapeur surchauffée. Condenseurs.

Influence des parois. Théorie pratique. Equations de Hirn et de Dwelshauwers-Dery. Diagramme des échanges. Diagramme entropique. Essai d'une machine monocylindrique. Bilan thermique. Rendement. Moyen de l'augmenter. Distributions avec et sans changement de marche. Détente fixe ou variable, avec ou sans déclivité; tiroirs plans ou cylindriques, valves Corliss, soupapes et pistons-valves. Espace mort. Détente. Emploi de la surchauffe. Enveloppes. Mesure des températures. Machines à expansion multiple. Rankinisation. Equations de Sinigaglia. Grandes vitesses. Cylindres mauvais conducteurs. Machines à vapeur combinées. Détermination des dimensions des machines à un ou plusieurs cylindres. Applications diverses notamment aux machines d'extraction et d'épuisement.

II. — Moteurs à gaz tonnant à piston.

Définition et classification des différents systèmes: atmosphérique, à combustion, à explosion sans et avec compression, à deux, quatre ou six temps.

Théories. Effet des parois. Détente. Compression. Aspiration. Propagation de l'inflammation.

Etude organologique. Distribution. Allumage. Régularisation. Mise en marche. Refroidissement. Graissage. Appareils accessoires. Calcul des dimensions. Particularités des grands moteurs..

III. — Moteurs hydrauliques à piston.

A action directe ou à rotation. Accumulateurs. Application aux pompes de mines.

IV. — Turbo-machines.

Définition et composition. Distributeurs. Roues mobiles. Diffuseurs. Equation générale. Théorème de Bernoulli pour le mouvement relatif. Equation des moments des quantités de mouvement. Orifice équivalent. Rendement manométrique. Courbes caractéristiques. Applications aux ventilateurs de mines et à leur essai.

V. — Moteurs hydrauliques tournants.

Etablissement d'une chute d'eau. Ecoulement dans les canaux découverts et les tuyaux fermés. Mouvement permanent. Mouvement varié. Pertes de charge. Ressaut. Coup de bélier.

Roues hydrauliques. Théorie générale. Pertes résultant du choc à l'entrée et de la vitesse à la sortie. Frottements. Classification des roues. Conditions d'établissement et rendement des roues par dessus, de côté, par dessous, de différents systèmes.

Turbines. Classement. Turbines d'action ou d'impulsion et à réaction. Turbines axiales, radiales, centrifuges, centripètes, mixtes. Formules fondamentales. Etude de chaque type. Réglage des turbines.

VI. — Turbines à vapeur.

Action et réaction. Chutes de pression et chutes de vitesse. Classement. Etude des différents types. Calcul et rendement de ces turbines. Résultats d'expérience. Comparaison des différents types de moteurs

ÉLECTRICITÉ ET SES APPLICATIONS.

Unités mécaniques de mesures. Dimensions.

Théorèmes généraux relatifs aux forces centrales. — Lois de Newton et de Coulomb. Champ. Potentiel. Tubes de force. Flux de force. Théorème de Gauss. Energie potentielle des masses soumises aux forces newtoniennes. Applications.

Magnétisme. — Propriété des aimants. Loi des attractions magnétiques. Potentiel magnétique. Théorie des aimants élémentaires. Aimantation par influence. Coefficients d'aimantation et de perméabilité. Force portante d'un aimant. Hystérésis.

Electricité. — Propriétés des corps électrisés. Phénomène d'électrisation. Lois des actions électriques. Potentiel électrique. Pression électrostatique. Ecrans électriques. Paratonnerres. Condensateurs. Electromètres. Pouvoir inducteur spécifique des diélectriques. Déplacement. Charge résiduelle. Force électro-motrice de contact. Effet Kelvin. Machines à frottement et à influence.

Décharges et courants électriques. Résistance. Loi d'Ohm. Lois de Kirchhoff.

Période variable du courant.

Effet Joule. Effet Peltier. Effets chimiques des courants. Electrolyse. — Lois générales.

Electro-magnétisme. — Loi de Laplace. Potentiel magnétique dû au courant. Energie intrinsèque d'un courant. Energie relative de deux courants.

Théorie des galvanomètres. Rotations et déplacements électromagnétiques. Electro-aimants. Circuit-magnétique. Reluctance.

Systèmes d'unités électro-magnétiques.

Induction. — Lois de Lenz et de Maxwell. Loi générale de l'induction. Applications. Influence de la self-induction dans les circuits de conducteurs linéaires. Induction mutuelle de deux circuits. Induction dans les masses. Applications. Rotations sous l'effet des courants induits.

Piles électriques. — Généralités. Dépolarisants. Piles au sulfate de cuivre, à l'acide nitrique, à l'acide chromique, à liquide excitateur neutre ou alcalin.

Accumulateurs. — Systèmes Planté, Faure et leurs principaux dérivés. Charge des accumulateurs. Décharge. Rendement.

Génératrices à courant continu. — Théorie élémentaire et principes du fonctionnement. Types d'enroulements. Circuit magnétique. Modes d'excitation. Caractéristiques. Propriétés. Eléments de construction des machines à tambour.

Moteurs à courant continu. — Principes du fonctionnement et propriétés. Caractéristiques des divers types de moteurs.

Génératrices à courant alternatif. — Influence de la self dans un circuit auquel est appliquée une f. e. m. sinusoïdale. Déphasage. Impédance. Courant efficace. F. e. m. efficace. Représentation graphique des fonctions sinusoïdales.

Principes des enroulements des alternateurs mono et polyphasés. Caractéristique externe. Propriétés. Description sommaire.

Moteurs à courant alternatif. — Moteur synchrone, asynchrone (mono et polyphasés). Principes du fonctionnement et leurs propriétés. Caractéristiques. Description sommaire.

Transformateurs. — Théorie élémentaire. Description sommaire.

Eclairage. — Lampes à incandescence et à arc. Conditions d'emploi. Consommations.

Distribution et transmission de l'énergie électrique. — Canalisations. Appareillage et accessoires. Emploi des moteurs à courant continu et à courant alternatif. Applications spéciales à l'industrie des mines: machines d'extraction, traction souterraine, pompes électriques, etc.

Effet physiologique des courants. — Effets produits. Soins à donner.

Annexé à l'arrêté ministériel du 29 juillet 1907.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

ARM. HUBERT.