

En ajoutant ces deux rapports terme à terme, et égalant le résultat au premier rapport, il vient

$$\frac{OC}{PO + PC} = \frac{OC + OC'}{OO' + CC'}$$

si l'on substitue dans cette égalité les longueurs des différentes lignes qui y entrent, et si l'on remarque que PC est égal à PO - OC, on a

$$\frac{1,5}{2PO - 1,5} = \frac{2,5}{3,5} = \frac{5}{7}$$

d'où l'on déduit facilement

$$PO = 1^m,8.$$

On peut également appliquer les formules données (721 et 724), qui conduiront plus rapidement au même résultat.

LXII. Un prisme BAC (fig. 728), dont l'angle réfringent A est connu, est rencontré perpendiculairement à l'une de ses faces par un rayon lumineux RI qui se réfracte en H suivant HS. On mesure la déviation δ que le rayon subit par cette réfraction. Déduire, de la connaissance des angles A et δ , la valeur de l'indice de réfraction de la substance du prisme.

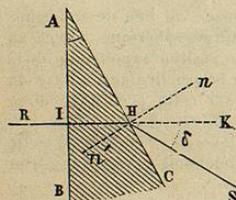


Fig. 728.

Solution. — Soit nn' la normale au point H; on a :

$$\frac{\sin SHn}{\sin RHn'} = n,$$

or, l'angle SHn se compose de deux parties, l'une SHK, égale à δ ; l'autre KHn, égale à A, puisque les angles KHn et A ont leurs côtés respectivement perpendiculaires. D'autre part, l'angle RHn', égal à KHn comme opposé par le sommet, est aussi égal à A; en substituant, il vient donc

$$n = \frac{\sin (A + \delta)}{\sin A}.$$

TABLE DES MATIÈRES

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

	Pages.
Notions de mécanique.	
Mouvements. — FORCES.	1
Mouvement uniforme.	1
Mouvement varié. — Vitesse	2
Mouvement uniformément varié.	3
Principe de l'inertie.	5
Forces. — Effets dynamiques et effets statiques.	3
Dynamomètres.	6
Principes relatifs aux mouvements produits par les forces constantes.	7
Unité de masse. — Système d'unités C. G. S.	9
COMPOSITION DES FORCES.	
Représentation géométrique des forces	10
Centre des forces parallèles.	15
Couples.	15
Composition des forces de directions quelconques.	15
Équilibre.	14
TRAVAIL. — FORCE VIVE. — ÉNERGIE.	
Travail moteur. — Travail résistant.	14
Principe des forces vives.	15
Énergie.	16
Unité de travail ou d'énergie, du système C. G. S.	17
Notions sur la constitution et les divers états des corps.	
Divisibilité des corps. — Atomes.	17
But de la physique.	18
États physiques des corps.	19

LIVRE PREMIER

PESANTEUR ET HYDROSTATIQUE

CHAPITRE I. — Pesanteur.	
PESANTEUR. — CENTRE DE GRAVITÉ.	25
Direction de la pesanteur. — Verticale.	25
Poids. — Centre de gravité.	24
Divers cas d'équilibre.	26
CHUTE DES CORPS.	28
Chute des corps dans le vide.	28
Machine d'Atwood.	30
Appareil du général Morin.	33
PENDULE.	58
Pendule simple.	58
Pendule composé.	59
Détermination de l'intensité de la pesanteur.	41
Application du pendule aux horloges	42
BALANCE.	45
Poids relatifs des corps.	45
Conditions de justesse.	45
Conditions de sensibilité.	47
Double pesée.	50
Balances de précision.	50

	Pages.		Pages.
CHAPITRE II. — Hydrostatique des liquides.			
ÉQUILIBRE DES LIQUIDES. — PRESSIONS EXERCÉES PAR LES LIQUIDES PESANTS.	35	Condition d'équilibre d'un gaz pesant.	91
Principe de la transmission des pressions	35	Pression atmosphérique. — Expériences de Torricelli, de Pascal, etc.	91
Égalité de pression dans tous les sens autour d'un point.	54	Mesure de la pression atmosphérique	95
Condition d'équilibre d'un liquide pesant.	55	Effets produits par la pression atmosphérique.	94
Pression sur le fond horizontal d'un vase.	57	Baromètre à cuvette.	95
Pressions sur les parois latérales	60	Baromètre de Fortin.	97
Tourniquet hydraulique.	62	Baromètre fixe.	100
Liquides superposés.	65	Corrections barométriques.	101
Vases communicants.	64	Baromètre à siphon.	101
Puits artésiens, jets d'eau, niveau d'eau, niveau à bulle d'air.	66	Baromètre de Gay-Lussac.	102
		Baromètre à cadran.	105
		Baromètres métalliques.	104
		Mesure des hauteurs par le baromètre.	104
CHAPITRE V. — Force élastique des gaz.			
PRINCIPE D'ARCHIMÈDE.	69	LOI DE MARIOTTE.	106
Poussée éprouvée par un corps plongé.	69	Recherches relatives à la loi de Mariotte.	109
Poids apparent d'un corps plongé dans un liquide.	71	Applications de la loi de Mariotte.	114
Équilibre des corps flottants.	72		
		MESURE DE LA FORCE ÉLASTIQUE DES GAZ. — MANOMÈTRES.	114
CAPILLARITÉ.	75	Manomètres à air libre et à air comprimé.	115
Ascensions et dépressions capillaires. Notes sur le cathétomètre et le vernier.	74	Manomètres métalliques.	116
		Manomètres de Regnault.	117
CHAPITRE III. — Poids spécifiques. Aréomètres.			
POIDS SPÉCIFIQUES. — DENSITÉS.	78	Voluménoètre.	118
Formules relatives aux poids spécifiques.	79	MÉLANGE DES GAZ.	120
		Loi du mélange des gaz.	121
DÉTERMINATION DES POIDS SPÉCIFIQUES DES CORPS SOLIDES ET LIQUIDES.	80	MÉLANGE DES LIQUIDES ET DES GAZ.	122
Méthode du flacon.	80	Dissolution des gaz dans les liquides. — Lois de Dalton.	122
Méthode de la balance hydrostatique.	81	Actions des solutions salines sur les gaz.	124
Méthode des aréomètres à volume constant.	82	EXTENSION DU PRINCIPE D'ARCHIMÈDE AUX GAZ. — AÉROSTATS.	125
Tables de poids spécifiques.	85	Poussée éprouvée par un corps plongé dans un gaz.	125
ARÉOMÈTRES A POIDS CONSTANT.	85	Corrections des pesées effectuées dans l'air.	126
Aréomètres de Baumé.	86	Aérostats.	127
Alcoomètre centésimal.	87	Force ascensionnelle.	129
Essai des vins	87		
Volumètres et densimètres.	89	CHAPITRE VI. — Pompes à gaz et à liquides. — Siphon.	
CHAPITRE IV. — Pesanteur de l'air et des gaz. — Baromètre.			
Transmission des pressions dans les gaz.	90	MACHINES SERVANT À RARÉFIER OU À COMPRIMER LES GAZ.	152

	Pages.		Pages.
Machine pneumatique.	152	Pompe aspirante et foulante.	152
Machine pneumatique de Bianchi.	140	Pompe aspirante et élévatoire.	155
Machine pneumatique à mercure.	141	Presse hydraulique.	154
Pompe à main.	144		
Pompe de compression.	145	APPAREILS DIVERS.	157
Applications industrielles de la raréfaction ou de la compression des gaz.	147	Siphon.	157
		Pipette.	159
POMPES A LIQUIDES.	149	Vase de Mariotte.	160
Pompe aspirante.	149	Fontaine intermittente.	161
Pompe foulante. — Pompe à incendie.	151	Fontaine de Héron. — Machine de Schernnitz.	162

LIVRE II

CHALEUR

CHAPITRE I. — Dilatations.			
DILATATION DES CORPS PAR LA CHALEUR.	165	Maximum de densité de l'eau.	192
Dilatation des corps solides, liquides ou gazeux.	165	Dilatations cubiques des solides, par le procédé du thermomètre à poids.	195
Thermomètre.	168	DILATATIONS DES GAZ.	194
Températures. — Thermomètres.	168	Formules générales.	194
Construction et graduation du thermomètre à mercure	169	Expériences de Gay-Lussac.	196
Déplacement du zéro.	172	Expériences de Regnault.	197
Diverses échelles thermométriques.	175	Coefficients de dilatation des gaz sous pression constante.	200
Thermomètre à alcool.	174	CHAPITRE III. — Densités des gaz.	
Sensibilité des thermomètres.	175	Densités des gaz par rapport à l'air.	201
Choix des corps employés dans la construction des thermomètres.	175	Expériences de Regnault.	202
Thermomètres à maxima et à minima.	176	Poids spécifiques des gaz par rapport à l'eau. — Poids du litre d'air	204
		Tables de densités des gaz.	207
CHAPITRE II. — Mesure des dilatations.			
DILATATIONS DES CORPS SOLIDES.	178	CHAPITRE IV. — Applications des dilatations.	
Dilatations linéaires.	178	CORPS SOLIDES. — Corrections des mesures linéaires.	208
Méthode de Lavoisier et Laplace.	179	Pendules compensateurs.	208
Dilatation cubique.	182	Thermomètre de Bréguet.	210
Densités d'un même corps à différentes températures.	182	CORPS LIQUIDES. — Réduction des hauteurs barométriques à zéro.	211
Dilatation des enveloppes	184	Détermination des températures au moyen du thermomètre à poids	212
DILATATIONS DES LIQUIDES.	184	CORPS GAZEUX. — Thermomètre à air. — Définition des températures au moyen du thermomètre à air.	215
Dilatations apparentes et dilatations absolues.	184	Thermomètre à air de Dulong et Petit.	214
Dilatation absolue du mercure; méthode de Dulong et Petit.	185	Thermomètre à vapeur d'iode.	216
Dilatations absolues des autres liquides.	187	CORRECTIONS AUX POIDS SPÉCIFIQUES.	217
Procédé du thermomètre à poids.	188	Méthode du flacon modifiée; détermination des densités à 0°.	217
Procédé du thermomètre à tige.	189		
Dilatations des liquides très volatils.	191		

	Pages.		Pages.
CHAPITRE V. — Changements d'état des corps.			
FUSION ET SOLIDIFICATION	220	LIQUÉFACTION DES VAPEURS ET DES GAZ	264
Fusion. — Points de fusion	220	Liquéfaction des vapeurs. Distillation	264
Chaleur de fusion	222	Liquéfaction par refroidissement	266
Solidification	222	Liquéfaction par compression	266
Phénomènes de surfusion	222	Liquéfaction par refroidissement et compression	269
Changements de volume qui accompagnent la fusion ou la solidification	224	Liquéfaction des gaz réputés permanents	269
Influence de la pression sur la température de fusion	225	Appareil de M. F. Carré	272
Regel. — Moulage de la glace	226	CHAPITRE VIII. — Hygrométrie.	
Dissolution des solides dans les liquides. — Mélanges réfrigérants	228	État hygrométrique, ou fraction de saturation	275
Phénomènes de sursaturation	250	Hygromètre chimique	274
CHAPITRE VI. — Propriétés des vapeurs.			
MESURE DE LA FORCE ÉLASTIQUE DES VAPEURS DANS LE VIDE	253	Hygromètre à cheveu	276
Tension maximum des vapeurs saturantes	254	Hygromètres de condensation. — Hygromètres de Daniell et de Regnault	279
Mesure des tensions de la vapeur d'eau aux diverses températures	255	Psychromètre	282
Tensions des vapeurs des autres liquides	241	CHAPITRE IX. — Calorimétrie.	
MÉLANGES DES GAZ ET DES VAPEURS	242	Unité de chaleur : Calorie	285
Loi du mélange des gaz et des vapeurs	245	MESURE DES CHALEURS SPÉCIFIQUES	284
DENSITÉS DES VAPEURS	245	Méthode de la fusion de la glace	285
Procédé de M. Dumas	245	Méthode des mélanges. — Appareil de Regnault	286
Applications	246	Chaleurs spécifiques des corps solides et liquides	289
CHAPITRE VII. — Formation des vapeurs. — Condensation des vapeurs et des gaz.			
ÉVAPORATION	248	Chaleurs spécifiques des gaz, sous pression constante	290
Froid produit par l'évaporation	249	Chaleurs spécifiques des gaz à volume constant. — Chaleur de dilatation	291
Appareil de M. Ed. Carré	251	Expérience de Clément et Desormes. — Rapport des deux chaleurs spécifiques	292
ÉBULLITION	251	Loi de Dulong et Petit	295
Température minimum de l'ébullition, sous une pression déterminée	252	MESURE DES CHALEURS DE FUSION ET DE VAPORISATION	296
Marmite de Papin	254	Chaleur de fusion	296
Expériences de Cagniard de Latour	255	Chaleur de vaporisation	298
Expérience de M. Donny	255	MESURE DES CHALEURS DE COMBINAISON	501
Expériences de M. Dufour et de M. Gernez	256	Quantités de chaleurs correspondantes aux phénomènes chimiques	501
Conditions de l'ébullition	258	Calorimètres de Favre et Silbermann	502
Ébullition des solutions salines	260	Chaleurs de combustion	505
Point d'ébullition normal	261	CHAPITRE X. — Chauffage et machines à vapeur.	
Chaleur latente de vaporisation	262	NOTIONS SUR LES DIVERS MODES DE CHAUFFAGE	

	Pages.		Pages.
Foyers découverts, poêles	303	INTERPRÉTATION MÉCANIQUE DES DIVERS EFFETS PRODUITS PAR LA CHALEUR	553
Chauffage des grands établissements	306	La chaleur envisagée comme un mode de mouvement	555
CHAUDIÈRES A VAPEUR	308	Effets de la chaleur sur un gaz, à pression constante. — Travail extérieur. — Variation de chaleur sensible	556
Chaudière à bouilleurs	308	Effets de la chaleur sur un gaz sous volume constant	558
Appareils indicateurs du niveau de l'eau	509	Détermination de l'équivalent mécanique, par les propriétés des gaz	559
Alimentation. — Injecteur Giffard	510	Effets de la chaleur sur les corps solides ou liquides. — Travail intérieur	540
Soupapes de sûreté. — Manomètres	515	Passage de l'état solide à l'état liquide. — Chaleur de fusion	541
Chaudières tubulaires	515	Passage de l'état liquide à l'état de vapeur. — Chaleur de vaporisation	542
MACHINES A VAPEUR	514	CONSERVATION ET TRANSFORMATIONS DE L'ÉNERGIE	545
Organes principaux	514	Énergie actuelle, énergie potentielle, énergie totale	545
Condenseur	515	Transformations de l'énergie, dans les phénomènes physiques	544
Détente	516	Transformations de l'énergie, dans les phénomènes chimiques	545
Distribution de la vapeur. — Tiroir	517	Coefficient économique théorique des machines thermiques	546
Machines à basse, moyenne et haute pression	518	Principe de Carnot	547
Cheval-vapeur	518	Coefficient économique réel des machines à vapeur ou à gaz	548
Organes régulateurs du mouvement	519	Origine de la chaleur et du mouvement chez les animaux	549
Pompes adjointes à la machine	521	Coefficient économique de la machine humaine	551
Mouvement du tiroir. — Excentrique	521	Absorption de la chaleur solaire pour le développement des végétaux	551
Divers types de machines	522	La chaleur solaire est la source de tout mouvement à la surface de la terre	551
Locomotives	526	LIVRE III	
Machines à gaz	528	ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME	
CHAPITRE XI. — Notions sur la théorie mécanique de la chaleur.			
ÉQUIVALENCE ENTRE LE TRAVAIL MÉCANIQUE ET LA CHALEUR	529	CHAPITRE I. — Électricité statique.	— Théorie de Franklin et théorie de Symmer
Apparition de chaleur, accompagnant la disparition d'une force vive de translation	529	PRINCIPES FONDAMENTAUX	553
Notion de l'équivalence entre une quantité de chaleur et une quantité de force vive ou de travail	550	Électrisation par frottement	553
Transformation de travail en chaleur. Expériences de M. Joule	552	Corps conducteurs et corps mauvais conducteurs	554
Transformation de chaleur en travail. Expériences de M. Hirn	553	Distinction des deux électricités	553
Équivalent mécanique de la chaleur	553	Hypothèse des fluides électriques	55

	Pages.		Pages.
Distribution de l'électricité dans les corps conducteurs	360	Hypothèse de l'aimant terrestre	415
Propriétés des pointes	362	Fluides magnétiques	416
Notions sur la déperdition	364	Aimantation du fer par influence	417
DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ PAR INFLUENCE. 364			
Expérience fondamentale	364	Répartition des fluides magnétiques dans les corps aimantés. — Théorie de Coulomb	418
Étincelle électrique. — Communication de l'électricité à distance	367	Distribution du magnétisme libre dans un barreau aimanté	421
Mouvements des corps électrisés	368	Définition précise des pôles	421
ÉLECTROSCOPES. — NOTION DU POTENTIEL 371			
Emploi du pendule électrique comme électroscope	371	Énoncé des lois des attractions et répulsions magnétiques	422
Électroscope à feuilles d'or	372	MAGNÉTISME TERRESTRE. 425	
Electromètre de W. Thomson	374	L'action de la terre sur un aimant est une action directrice	425
Notion du potentiel. — Niveau électrique, ou température électrique	375	Déclinaison et inclinaison	424
Mesure des potentiels	376	Boussoles de déclinaison. — Boussole de Gambey	426
MACHINES ÉLECTRIQUES 377			
Machine ordinaire	377	Boussole d'inclinaison	450
Machine de Nairne	379	Boussoles usuelles	451
Machine d'Armstrong	381	Boussole marine	452
Electrophore	382	PROCÉDÉS D'AIMANTATION. — CONSERVATION DU MAGNÉTISME 452	
Machine de Holtz	385	Procédés d'aimantation	452
Machines de M. Bertsch et de M. Carré	386	Aimantation à saturation. — Influence des variations de température	454
CONDENSATION DE L'ÉLECTRICITÉ. — APPAREILS CONDENSATEURS. 388			
Principe de la condensation	388	Aimantation par la terre	455
Décharge successive	391	Conservation des aimants. — Armures et contacts	455
Décharge instantanée	391	Aimants de M. Jamin	457
Bouteille de Leyde. — Batteries	398	CHAPITRE III. — Électricité dynamique	
Résidu après la décharge	398	PHÉNOMÈNES GÉNÉRAUX. — PRINCIPALES ESPÈCES DE PILES VOLTAÏQUES. 458	
Influence du diélectrique	399	Expérience de Galvani	458
Electroscope condensateur de Volta	401	Théorie et expériences de Volta	459
EFFETS PRODUITS PAR LES DÉCHARGES ÉLECTRIQUES. 402			
Effets mécaniques	402	Circuit entièrement métallique	441
Effets calorifiques	404	Principe des piles hydro-électriques	442
Effets lumineux	405	Courant électrique	444
Effets chimiques	409	Pile de Volta	444
Effets physiologiques	410	Modifications de la pile de Volta	446
CHAPITRE II. — Magnétisme.			
PRINCIPES GÉNÉRAUX DU MAGNÉTISME. 412			
Aimants naturels et artificiels	412	Emploi du zinc amalgamé	449
Pôles. — Ligne neutre	412	Pile au bichromate de potasse	449
Action de la terre; distinction des pôles des aimants. — Méridien magnétique. — Déclinaison	414	Piles à deux liquides séparés. Piles de Daniell, de Grove, de Bunsen	450
Actions réciproques des pôles de deux aimants	415	Pile Leclanché	455
PILES THERMO-ÉLECTRIQUES. 454			
Courants thermo-électriques. — Expérience de Seebeck. 454			
Piles thermo-électriques. 456			
Pile de Melloni. — Thermo-multiplificateur. 458			
Aiguilles thermo-électriques. 459			

	Pages.		Pages.
EFFETS CHIMIQUES DES COURANTS. 459	459	Galvanomètre	494
Décomposition de l'eau	459	Graduation du galvanomètre	496
Décomposition des composés chimiques, en général	460	Galvanomètres à gros fils et à fils fins	497
Théorie de Grothuis	462	Galvanomètre de M. Bourbouze	498
Loi de Faraday. — Equivalents électriques	465	ACTIONS DES COURANTS SUR LES AIMANTS ET ACTIONS RÉCIPROQUES. 498	
Effets secondaires	464	Loi de l'action d'un courant rectiligne sur un aimant	498
Emploi d'une électrode positive soluble	465	Exemples de mouvements imprimés à des aimants par des courants	499
NOTIONS SUR LES LOIS DES COURANTS ET SUR LES UNITÉS ÉLECTRIQUES. 466			
Comparaison des intensités des courants, par leurs actions chimiques	466	Exemples de mouvements imprimés à des courants par des aimants	501
Emploi du galvanomètre et des instruments électro-magnétiques	467	CHAPITRE V. Electro-dynamique.	
Résistance des conducteurs	468	ACTIONS DES COURANTS SUR LES COURANTS. 505	
Unité de résistance, ou ohm	469	Principe des courants parallèles	505
Coefficients de résistance	470	Principe des courants angulaires	505
Influence de la résistance de la pile	471	Principe des courants sinués	506
Lois d'Ohm	472	Applications à quelques cas particuliers	507
Divers modes d'association des éléments de piles	474	ACTION DE LA TERRE SUR LES COURANTS. 509	
Courants dérivés	477	L'action de la terre est assimilable à celle d'un courant indéfini	509
Unité de force électromotrice, ou volt. — Unité d'intensité, ou ampère	478	Conducteurs astatiques	511
Détermination expérimentale des constantes d'une pile	479	SOLÉNOÏDES. — THÉORIE DU MAGNÉTISME D'AMPÈRE. 512	
Détermination expérimentale de la résistance des conducteurs. — Pont de Wheatstone	481	Solénoïdes	512
PHÉNOMÈNES DE POLARISATION. 485			
Influence de la polarisation sur l'intensité des courants	485	Théorie du magnétisme d'Ampère	514
Interprétation des procédés employés pour augmenter la constante des piles hydro-électriques	484	Application de cette théorie aux phénomènes électro-magnétiques	515
Piles secondaires de M. Planté	485	CHAPITRE VI. — Aimantation par les courants. — Télégraphie électrique.	
GALVANOPLASTIE. — DORURE, ARGENTURE ET CUIVRE GALVANIQUES. 486			
Galvanoplastie	486	DÉVELOPPEMENT DU MAGNÉTISME PAR LES COURANTS. — ELECTRO-AIMANTS. 518	
Dorure et argenture galvaniques	489	Aimantation par les courants	518
Cuivrage, nickelage; etc	490	Electro-aimants	520
CHAPITRE IV. — Electro-magnétisme.			
EXPÉRIENCE D'ØRSTED ET LOI D'AMPÈRE. — GALVANOMÈTRE. 491			
Expérience d'Ørsted. — Loi d'Ampère	491	Magnétisme rémanent	521
Application à la mesure de l'intensité des courants	492	Sonneries électriques	521
Multiplificateur de Schweigger	495	TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE. 522	
Lignes télégraphiques. — Suppression du fil de retour. 525			
Télégraphe de Morse. 524			
Télégraphe à cadran, de Bréguet. 527			
Télégraphes imprimants. — Télégraphe de Hughes. 530			
Pantélégraphe Caselli. 531			
Paratonnerres pour les appareils télégraphiques. 533			
Télégraphie sous-marine. 534			

	Pages.		Pages
Câbles sous-marins	555	Système Ader	555
Récepteur de W. Thomson	556		
CHAPITRE VII. — Courants d'induction.			
PHÉNOMÈNES FONDAMENTAUX	558	MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES ET DYNAMO-ÉLECTRIQUES	554
Induction par un courant	558	Machine de Clarke	554
Induction par un aimant	540	Machine de Gramme	559
Induction par la terre	542	Machine de Gramme sans aimant, ou dynamo-électrique	562
Loi de Lenz. — Dépense d'énergie correspondante à la production des courants induits	542	Machines à courants alternatifs	564
Caractères des courants induits	544	Réversibilité des machines dynamo-électriques. — Transport de la force à distance	565
Extra-courants	544	LUMIÈRE ÉLECTRIQUE	567
Bobine de Ruhmkorff	547	Arc voltaïque. — Lumière électrique	567
Interrupteur de Foucault	549	Régulateur de Foucault	569
Tubes de Geissler	550	Régulateurs fonctionnant sans mécanisme. — Expériences de M. E. Fernet	571
TÉLÉPHONES ET MICROPHONES	551	Bougie Jablochhoff	572
Téléphone de Bell	551	Brûleur de M. Jamin	575
Combinaison du téléphone et du microphone	552	Eclairage par un fil incandescent. — Système Edison	574

LIVRE IV

ACOUSTIQUE

CHAPITRE I. — Production et propagation du son.			
PRODUCTION DU SON	575	Propagation dans un tuyau indéfini. — Conservation de l'intensité	587
Production du son en général. — Mouvement vibratoire	575	Relation entre la vitesse du son et la longueur d'onde	588
Caractères des sons. — Intensité, hauteur, timbre	577	RÉFLEXION DU SON	588
Bruits	577	Echos	590
		Résonance	591
CHAPITRE II. — Hauteur des sons. Intervalles musicaux.			
PROPAGATION DU SON	578	APPAREILS DESTINÉS À COMPTER LES VIBRATIONS	592
Propagation dans l'air. — Ondes sonores	578	Sirène	592
Le son ne se propage pas dans le vide	579	Roues dentées	595
Propagation par les liquides et par les solides	580	Compteurs graphiques	596
VITESSE DE PROPAGATION DU SON	580	Limites des sons perceptibles	597
Vitesse dans l'air	581	INTERVALLES MUSICAUX. — GAMME	598
Vitesse dans les liquides et dans les solides	582	Intervalle de deux sons	598
Propagation dans un tuyau cylindrique indéfini. — Longueur d'onde	584	Gamme	598
Propagation dans un milieu indéfini en tous sens. — Diminution progressive d'intensité	586	Accord parfait	599
		Intervalles des notes consécutives de la gamme	599
		Dièzes et bémols	601
		Gamme tempérée	602

	Pages.		Pages.
Nombres absolus de vibrations des notes de l'échelle musicale	602	Vibrations longitudinales des verges. Détermination de la vitesse du son dans les solides	628
Etude optique des intervalles musicaux. Expériences de Lissajous	605	Vibrations des plaques. — Lignes nodales	629
CHAPITRE III. — Vibrations des gaz. — Tuyaux sonores.			
Tuyaux sonores	608	Timbres, cloches, membranes	631
Loi des longueurs	610	CHAPITRE V. — Timbre des sons. Phonographes.	
Nœuds fixes et ventres fixes	610	NOTIONS SUR LE TIMBRE DES SONS	632
Vérifications expérimentales	611	Sons composés. — Causes générales du timbre	632
Lois des harmoniques des tuyaux	614	Renforcement des sons	635
Détermination de la vitesse du son dans les gaz et dans les liquides, au moyen des tuyaux sonores	616	Emploi des résonateurs	635
Tuyaux à anche	617	Timbres des divers instruments ou de la voix humaine	636
Instruments à vent	618	Synthèse des sons composés	637
CHAPITRE IV. — Vibrations des corps solides.			
VIBRATIONS DES CORDES	621	PHONOGRAPHES	638
Lois des vibrations transversales	621	Phonautographe de Scott. — Logographe de Barlow	638
Harmoniques des cordes	624	Phonographe d'Edison	639
Vibrations longitudinales	625	CHAPITRE VI. — Mécanisme de l'audition.	
Instruments à cordes	625	Description de l'oreille	642
VIBRATIONS DES VERGES, DES PLAQUES, etc. Vibrations transversales des verges	627	Fonctions des diverses parties de l'oreille	644

LIVRE V

OPTIQUE

CHAPITRE I. — Propagation de la lumière. — Photométrie.		Réflexion de la lumière, dans la théorie des ondulations	656
PROPAGATION DE LA LUMIÈRE	645	Images par réflexion sur une surface plane	657
Définitions. — Hypothèse de l'émission et hypothèse des ondulations	645	Réflexion à la surface des corps transparents	659
Propagation rectiligne. — Ombre. — Pénombre	646	Réflexion irrégulière, ou diffusion	660
Images de la chambre obscure	649	Images multiples, produites par un miroir étamé	660
PHOTOMÉTRIE	650	Miroirs parallèles	661
Intensités d'une même source à diverses distances	650	Miroirs inclinés. — Kaléidoscope	662
Intensités propres des sources	651	MIROIRS SPHÉRIQUES	664
Photomètre de Foucault	652	Miroirs sphériques concaves. — Foyer principal	664
— de Rumford	652	Aberrations de sphéricité	665
CHAPITRE II. — Réflexion de la lumière.		Foyer d'un point situé sur l'axe principal	666
RÉFLEXION PAR LES SURFACES PLANES	654	Axes secondaires	669
Réflexion régulière	654	Images des objets, formées par les miroirs concaves	670
		Vérifications expérimentales	675

	Pages.		Pages.
Images aériennes	675	leurs des corps	713
Miroirs sphériques convexes	676	Propriétés calorifiques, chimiques et phosphorogéniques du spectre	714
Détermination de la distance focale principale d'un miroir sphérique	678	Les diverses couleurs se distinguent, comme les sons de diverses hau- teurs, par la rapidité du mouve- ment vibratoire, ou par la lon- gueur d'onde	716
CHAPITRE III. — Réfraction de la lumière.			
PRINCIPES GÉNÉRAUX	680	ÉTUDE DES SPECTRES DE DIVERSES ORIGI- NES. — ANALYSE SPECTRALE	716
Lois de la réfraction	680	Raies du spectre solaire	716
Construction géométrique d'Huy- ghens	682	Spectroscope	717
Réfraction par une lame à faces parallèles. — Principe du retour inverse	684	Spectres des lumières artificielles	719
Cas où la lumière passe dans un mi- lieu plus réfringent	685	Analyse spectrale	720
Cas inverse. — Angle limite. — Ré- flexion totale	686	Renversement des raies	721
Prismes à réflexion totale	688	Interprétation des raies du spectre solaire, d'après M. Kirchhoff	722
Déplacement apparent des objets vus par réfraction	689	Raies telluriques	723
Réfractions atmosphériques. — Mi- rage	690	Résultats relatifs à l'étude physique des corps célestes	725
RÉFRACTION AU TRAVERS DES PRISMES	691	CHAPITRE V. — Vision. — Instruments d'optique. — Vitesse de la lumière.	
Effets produits par les prismes	691	VISION	724
Minimum de déviation. — Détermi- nation des indices de réfraction	694	Structure de l'œil	724
LENTILLES SPHÉRIQUES	695	Action de l'œil sur les rayons lumi- neux	725
Lentilles convergentes. — Foyer principal	696	Vision à différentes distances. — Dis- tance minimum de la vision dis- tincte	726
Aberrations de sphéricité	697	Principales espèces de vues. — Be- sicles	728
Foyer des points d'un objet	698	Diamètre apparent. — Estimation des grandeurs relatives des objets pla- cés à une même distance	730
Centre optique. — Rayons sans dé- viation	699	Angle optique. — Estimation des dis- tances	730
Axes secondaires	700	Évaluation des grandeurs absolues	731
Images produites par les lentilles convergentes	701	Appréciation du relief. Stéréoscope	732
Lentilles divergentes	704	INSTRUMENTS D'OPTIQUE	
CHAPITRE IV. — Dispersion.			
DÉCOMPOSITION ET RECOMPOSITION DE LA LUMIÈRE	706	Microscope solaire	732
Décomposition de la lumière blan- che. — Spectre solaire	706	Lanterne magique	734
Les couleurs du spectre sont simples et inégalement réfringibles	707	Loupe. — Loupes composées	734
Méthode de Newton pour obtenir un spectre pur	709	Microscope composé	737
Recomposition de la lumière blan- che	709	Champ du microscope. — Point ocu- laire	740
Disque de Newton	711	Oculaires composés	741
Aberration de réfrangibilité des len- tilles. — Achromatisme	712	Lunette astronomique	742
Couleurs complémentaires. — Cou-		Réticule. — Fixation de l'axe optique	743
		Lunette terrestre	746
		Lunette de Galilée	748
		Avantages relatifs des divers systèmes de lunettes	749

	Pages.		Pages.
Télescope de Newton	730	CHAPITRE VII. — Notions sommaires sur la photographie.	
Télescope de Foucault	731	Chambre noire pour la photographie	760
Télescope de Grégoire	733	Photographie sur plaque, ou daguer- réotypie	761
Avantages relatifs des lunettes et des télescopes	734	Production des clichés	762
Phares. — Lentilles à échelons	734	Épreuves positives aux sels d'argent	763
DÉTERMINATION DE LA VITESSE DE LA LU- MIÈRE	736	Épreuves au charbon	764
Déterminations anciennes	736	Photoglyptie	765
Expériences modernes. — Méthode de M. Fizeau	737	Tirage des épreuves aux encres grasses. — Phototypie ou lithogra- phie photographique. — Photogra- vure	765

APPENDICE AU LIVRE V

PROPAGATION DE LA CHALEUR

CHAPITRE I. — Chaleur rayonnante.		prisme. — Radiations lumineuses et radiations obscures	776
PROPAGATION DE LA CHALEUR PAR RAYONNE- MENT		Pouvoirs diathermanes	777
La chaleur traverse le vide	767	Applications	779
La chaleur traverse certains corps sans les échauffer d'une manière sensible	768	Appareil de M. Mouchot, pour l'utili- sation de la chaleur solaire	779
Propagation rectiligne. — Rayons calorifiques	768	Absorption. — Pouvoirs absorbants	780
Intensités d'une même source à diffé- rentes distances	769	Egalité des pouvoirs émissifs et ab- sorbants	781
Appareil de Melloni	769	Hypothèse de l'équilibre mobile de température	781
EMISSION	770	Réflexion apparente du froid	782
Emission. — Pouvoirs émissifs	770	Identité de la chaleur et de la lumière	785
Refroidissement. — Loi de Newton	772	CHAPITRE II. — Conductibilité.	
RÉFLEXION, TRANSMISSION ET ABSORPTION	775	Conductibilité des solides	784
Lois de la réflexion	775	Coefficients de conductibilité	785
Miroirs ardents	774	Courants produits dans les liquides ou dans les gaz	787
Pouvoirs réflecteurs	775	Conductibilité des liquides	788
Diffusion	775	Conductibilité des gaz	789
Transmission. — Corps diatherma- nes et corps athermanes	775	Applications : lampe de sûreté, con- servation des températures	789
Décomposition de la chaleur par le			

LIVRE VI

MÉTÉOROLOGIE

RÉPARTITION DE LA TEMPÉRATURE A LA SUR- FACE DE LA TERRE	792	Variations de la température pen- dant le jour et pendant l'année	794
Observations thermométriques	792	Saisons météorologiques	795

	Pages.		Pages.
Influence de l'altitude sur la température	795	MÉTÉORES AQUEUX	812
Lignes isothermes, isotheres et isochimènes	796	Variations de l'état hygrométrique	812
Climats	796	Rosée	815
Influence de la latitude sur la répartition de la température	798	Gelée blanche	814
Climats maritimes et continentaux	800	Givre ou frimas	814
Rapport entre les lignes de températures et les limites de certains végétaux	801	Brouillards. — Nuages	815
DES VENTS	802	Diverses espèces de nuages	815
Causes principales des vents	802	Pluie	817
Vents périodiques. Brises. Moussons	805	Neige. — Grêle. — Grésil	817
Vents constants. — Alizés	804	Verglas	819
Influences des contre-alizés et du gulf-stream sur la température de l'Europe	805	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE	820
Vitesse des vents	805	Électroscope de Saussure. — État électrique de l'air et du sol	820
Trombes. — Cyclones	806	Identité entre les phénomènes de la foudre et ceux de l'électricité	821
Lois des tempêtes	807	Nuages positifs et négatifs	822
Service météorologique international	807	Foudre. — Éclairs. — Tonnerre	822
Bourrasques ou dépressions	808	Effets produits par la foudre	824
OBSERVATIONS BAROMÉTRIQUES	810	Paratonnerres	825
Variations barométriques	810	Paratonnerres Melseus	828
Relations des variations barométriques avec les variations de températures et avec les météores aqueux	810	VARIATIONS DU MAGNÉTISME TERRESTRE	828
Moyenne barométrique. — Influence de la position géographique	811	Variations de la déclinaison et de l'inclinaison en un même lieu	828
		Variations de la déclinaison et de l'inclinaison à la surface du globe	830
		MÉTÉORES LUMINEUX	831
		Arc-en-ciel	831
		Halos	834
		Cercles parhéliques. — Couronnes	834

PROBLÈMES

PROBLÈMES SUR LA PESANTEUR ET L'HYDROSTATIQUE	837
PROBLÈMES SUR LA CHALEUR	845
PROBLÈMES SUR L'ACOUSTIQUE	856
PROBLÈMES SUR L'OPTIQUE	858

