

FORSSTRÖM, SVANTE GUSTAF

Fysikundervisningen vid franska
statsläroverk och svenska.

[1911.]

EOD - Miljoner böcker bara en knapptryckning bort. I mer än 12 europeiska länder!



Tack för att du väljer EOD!

Europeiska bibliotek har miljontals böcker från 1400- till 1900-talet i sina samlingar. Alla dessa böcker går nu att få som e-böcker – de är bara ett musklick bort. Sök i katalogen från något av biblioteken i eBooks on Demand- nätverket (EOD) och beställ boken som e-bok – tillgängligt från hela världen, 24 timmar per dag och 7 dagar i veckan. Boken digitaliseras och blir tillgänglig för dig som e-bok.

EOD bokens fördelar!

- Få samma utseende och känsla som med originalet!
 - Använd ditt standardprogram för att läsa boken på skärmen, zooma och navigera genom boken.
 - *Sök:** Använd fulltextsökning för enskilda fraser.
 - *Klipp & klistra:** Kopiera bilder och delar av texten till andra applikationer (t.ex. ordbehandlingsprogram).
- *Ej tillgängligt i varje e-bok.

Villkor för användning

Genom att använda EOD-tjänsten accepterar du de villkor som ställs av biblioteket som äger den aktuella boken.

- Villkor för användning: <https://books2ebooks.eu/csp/sv/nls/sv/agb.html>

Fler e-böcker

Redan nu erbjuder 40 bibliotek från 12 europeiska länder denna service. Sök böcker tillgängliga för den här tjänsten: <https://search.books2ebooks.eu>
Mer information finns tillgängliga via <https://books2ebooks.eu> boken.

WORK

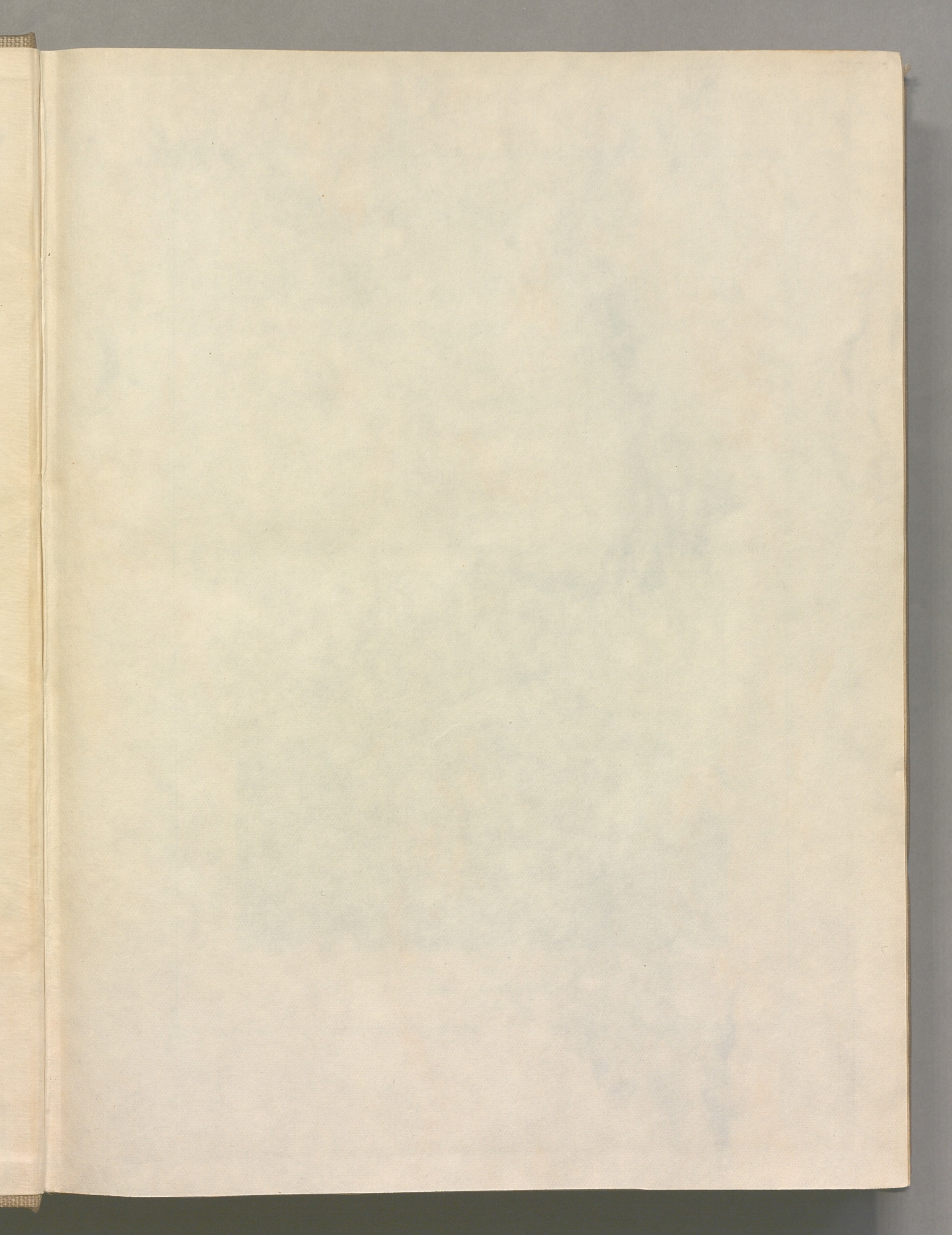
ER

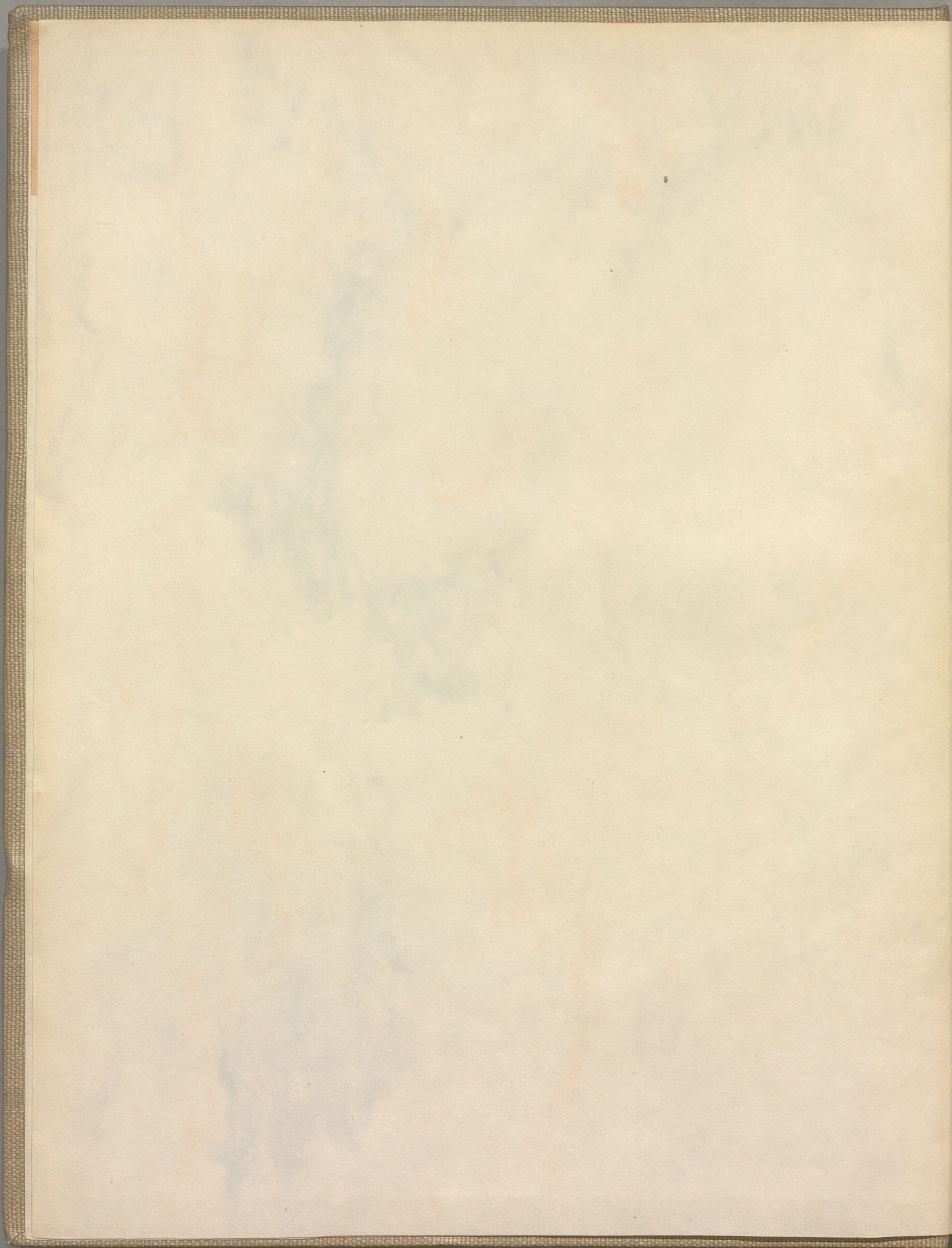
AN

Kungl. Biblioteket
STOCKHOLM

*Under
Allm. läsa.*

OKAT





Fysikundervisningen vid franska statsläroverk och svenska.

Af

Gust. Forsström.

Då i Frankrike, liksom hos oss, nyligen genomförts en omorganisation af det högre skolundervisningsväsendet icke minst i naturvetenskaplig riktning, torde det vara af ett visst intresse att taga kännedom om den moderna undervisningen i fysik vid franska »lycées de garçons», som närmast motsvara svenska högre allmänna läroverk. I detta syfte företog jag sommaren 1907 en sex veckors studieresa till Frankrike och aflade besök vid fem parislyceer jämte lyceerna i städerna Caen och Nancy.

Det är mina erfarenheter från denna resa, som här skola framläggas, och jag kommer då att först beröra nu gällande stadga för den högre skolundervisningen i Frankrike, särskildt vidkommande läroämnet fysik, därefter redogöra för huru denna stadga — såvidt jag kunnat finna — tillämpas på nämnda ämne samt slutligen, efter anförande af motsvarande svenska undervisningsplan, framhålla några jämförande synpunkter mellan fysikens ställning vid franska och svenska statsläroverk ¹⁾.

¹⁾ Rådfrågade skrifter:

1. Plan d'études et programmes d'enseignement dans les lycées et collèges de garçons. Paris 1906. Delalain Frères.
2. Programmes des examens du baccalauréat de l'enseignement secondaire — sessions de 1907 — Paris. Delalain Frères.
3. Annales des baccalauréats scientifiques. Anné 1907 (session de juillet). Paris. Vuibert et Nony.
4. Journal des examens de la Sorbonne. Session de juillet 1907 du baccalauréat. Paris. Librairie Croville—Morant.
5. Conférences du Musée pédagogique 1904. Paris. Imprimerie nationale.
6. Bulletin de l'Union des physiciens, n:s 19, 25—28. Paris 1909.
7. Svensk författningssamling 1906 n:o 10 och d:o 1909 n:o 28.

I.

*Det franska
lyceets klassin-
delning.*

Genom 1902 års grundliga reform (med vissa ändringar af år 1905) är den franska högre skolundervisningen för manliga lärjungar — oafsedt några förberedande klasser, hvari meddelas samma bildning som i franska folkskolor eller motsvarande t. o. m. klass 2 i våra allmänna läroverk — fördelad på tvenne cykler enligt nedanstående öfversikt, där den motsvarande svenska indelningen för jämförelsens skull upptagits:

<i>Franska »lycées et collèges de garçons»</i>	<i>Svenska allm. läroverk</i>
Premier cycle:	Realskola:
Classe de sixième ¹⁾	Klass 3 ¹⁾
» » cinquième	» 4
» » quatrième	» 5
» » troisième	» 6 (och Ring I)
Second cycle:	Gymnasium:
Classe de seconde	Ring II
» » première	» III
Classes de philosophie et de mathématiques	» IV

Den första cykeln är klufven i två linjer A och B, hvilkas hufvudsakliga skillnad är att å den förra meddelas undervisning bl. a. i latin och (frivilligt) grekiska men ej i fysik och kemi, å den senare tvärtom, d. v. s. i fysik och kemi men ej i latin och grekiska. Af de gemensamma ämnena studeras vidare franska, matematik och biologi utförligare å B-linjen än å A-linjen.

Det kunskapsmått, som meddelas i första cykeln, utgör gifvetvis en förberedelse för den följande cykeln men bildar på samma gång, särskildt å B-linjen, ett i sig afslutadt helt till tjänst för de lärjungar, som ej ämna drifva sina studier längre. Någon offentlig examen efter genomgången af classe de troisième anställes emellertid ej, och det betyg, som erhålles, berättigar icke till inträde i lägre fackskolor, ämbetsverk o. d.

I den andra cykeln är classe de seconde och classe de première uppdelade i icke mindre än fyra linjer: A (grekiska—latin), B (latin—levvande språk), C (latin—naturvetenskap), D (naturvetenskap—levvande språk), benämnda efter de ämnen, som äro dominerande (till dessa ämnen hör i C och D äfven matematik). Denna fyrdelning går igen i högsta afdelningen, där hvardera af de samordnade classe de philosophie och classe de mathématiques äro delade i linjerna A och B. Classe de philosophie A, B motsvaras sålunda i de två föregående klasserna af resp. linjer A, B samt classe de mathématiques A, B af linjerna C, D med den skillnaden likväl, att

¹⁾ Lärjungeålder: 11—12 år.

grekiska och latin i högsta klassen blott äro frivilliga ämnen samt att latin ej alls ingår i kursen för classe de mathématiques. Vidare är lefvande språk frivilligt ämne i classe de philosophie A.

Vid inträdet i den andra cykeln är linjen A afsedd för dem, som läst grekiska och D för icke-latinare. Öfriga lärjungar hafva rättighet att ingå i hvilken som helst af linjerna B, C, D.

Efter genomgången af classe de première afläggas första delen af studentexamen (le baccalauréat), hvars andra del absolveras ett år därefter, sedan högsta klassen genomgått. Rörande organisationen af den franska studentexamen må i detta sammanhang följande antydningar göras. Denna examen afläggas ej vid resp. »lycées» och »collèges» utan vid de i ett flertal städer spridda universiteten inför en af universitets- och lycé-lärare bestående s. k. examensjury. Lycé-lärare får dock ej examinera elever från sin egen skola. Examen är dels skriftlig dels muntlig med på sin höjd några dagars mellantid. Ämnena för de skriftliga proven bestämmas af hvarje universitet för sig och äro således i allmänhet olika i de olika universitetsstäderna, utom då undervisningsministern någon gång anser sig böra utfärda för hela landet gemensamma uppgifter i ett eller annat ämne. De i studentexamen ingående ämnena äro följande:

Franska studentexamen (le baccalauréat).

1. Förra delen [omfattande kurserna för classe de première (i språk äfven classe de seconde)].

Linje:	grekiska—latin	latin—levande språk	latin—naturvetenskap	naturv.—lev. språk
skriftlig examen:	franska; grekiska; latin	franska; latin; lefvande språk	franska; latin; matematik och fysik	franska; lev. språk; matem. och fysik
muntlig examen:	grekiska; latin; franska; lev. språk; historia; geografi; matematik; fysik	latin; franska; lev. språk; historia; geografi; matematik; fysik	latin; franska; lev. språk; historia; geografi; matematik; fysik; kemi	franska; lev. språk; historia; geografi; matematik; fysik; kemi

2. Senare delen [omfattande kurserna för classes de philosophie et de mathématiques].

Linje:	filosofi	matematik
skriftlig examen:	filosofi; fysik (eller kemi) och biologi	matematik; fysik (kan därjämte omfatta kemi); filosofi
muntlig examen:	filosofi; historia och geografi; fysik och kemi; biologi (uteslutet: grek., latin, lev. språk och matem.)	matem.; fysik; kemi; biologi; filosofi; historia och geografi (uteslutet: lev. språk)

Det kan synas egendomligt, att den senare delen af studentexamen ej är uppdelad i fyra linjer, motsvarande classe de philosophie A, B och classe de mathématiques A, B, men detta beror på att kurserna i examensämnena äro lika för A och B i classe de phil. å ena sidan och classe de mathém. å den andra.

Utom de nu nämnda klasserna finnes en »classe de mathématiques spéciales», afsedd för sådana lärjungar, som efter aflagd studentexamen vilja förbereda sig för inträde vid högre tillämpningsskolor, ss. l'École polytechnique och militärskolan St Cyr. Då denna klass meddelar kunskaper utöfver skolkursen, skall den här ej upptagas till behandling. Slutligen ställer stadgan i utsikt inrättandet vid vissa lyceer af en tvåårig öfverbyggnad på »1:er cycle» till deras tjänst, som icke ämna aflägga studentexamen men ändå behöfva en ytterligare utbildning i lefvande språk och naturvetenskapliga ämnen. Denna kurs har en mera praktisk läggning och är lämpad »aux besoins des diverses régions». Här anställas en offentlig slutexamen med utdelande af afgångsbetyg. Någon dylik kurs förekom ej vid de af mig besökta lyceerna och torde öfver hufvud vara en sällsynt företeelse, hvarför de gjorda antydningarna må vara till fyllest. Låtom oss nu närmare redogöra för fysikens ställning i den franska skolordningen.

För ämnena fysik samt fysik och kemi är timfördelningen pr vecka om fem arbetsdagar (torsdagen är fri) i de olika klasserna följande:

Klass	Fysik	Fysik och kemi	Laborationsöfningar i fysik och kemi	Totala antalet oblig. undervisningstimmar pr vecka	Fysik i procent af hela timsamman
classe de 4:e B.....		2 (= 1 + 1)		23	4,3
» » 3:e B.....		2 (= 1 + 1)		25	4,0
» » 2:e A, B..	1			24	4,2
» » 1:e A, B..	1			22 resp. 20	4,5 resp. 5,0
» » phil. A, B		3 (= 2 + 1)		19,5 » 22,5	10,3 » 8,9
» » 2:e C, D		3 (= 2 + 1)	2 (= 1 + 1)	26 » 27	11,5 » 11,1
» » 1:e C, D		3 (= 2 + 1)	2 (= 1 + 1)	25 » 27	12,0 » 11,1
» » math. A, B		5 (= 3 + 2)	2* (= 1 + 1)	27,5 » 28,5	14,5 » 14,0

* 5 à 6 gånger under läsåret skola öfningarna i stället ägnas åt biologi.

Som synes äro timtalen för fysik och kemi hopslagna. Detta förklaras däraf, att i Frankrike fysikläraren merendels äfven sköter kemiundervisningen i samma klass. Efter hvad jag personligen erfor under min resa plägar timfördelningen mellan de båda ämnena ske så, att om klassen har 2 veckotimmar fysik och kemi (vare sig i form af lektioner eller öfningar), 1 timme ägnas åt hvardera ämnet. Är det sammanlagda timtalet udda (3 eller 5), får fysiken 1 timme mer än kemien.

Stadgan upptager följande årskurser i fysik.

»**Classe de 4:e B. Pesanteur.** — Première notion de la force: direction, point d'application, intensité. *Fysikkurser.*

Verticale. — Fil à plomb; niveau des maçons; plan horizontal; angle des verticales de deux points éloignés.

Centre de gravité. — Notion expérimentale; conditions d'équilibre d'un corps suspendu ou appuyé.

Poids. — Pesées avec les instruments usuels: peson, balance. — Double pesée.

Mesure du volume d'un solide ou d'un liquide (emploi des vases gradués). — Poids spécifiques, densités relatives.

Équilibre des liquides et des gaz. — Efforts exercés par des solides pesants sur leurs appuis: exemples familiers; notion de la pression. — Liquides. — La surface libre d'un liquide est plane et horizontale, ainsi que la surface de séparation de deux liquides non miscibles. — Pressions. Énoncé de la règle donnant la pression sur un centimètre carré de la paroi; exemples numériques. Applications: vases communicants, niveau d'eau; distribution d'eau dans les villes; presse hydraulique; ascenseurs; essai des chaudières.

Principe d'Archimède, démonstration expérimentale; corps flottants, bateaux sous-marins.

Pesanteur des gaz. Pression atmosphérique. — Baromètre: idée de son application à la mesure des hauteurs. — Manomètres usuels.

Énoncé de la loi de Mariotte. — Exercices numériques.

Principe des pompes.

Chaleur. — Température. — Thermomètres usuels, échelle centigrade.

Notions sur la dilatation des corps; exercices numériques et applications usuelles.

Quantité de chaleur. — Mesures calorimétriques par la méthode des mélanges. — Notions sur les chaleurs spécifiques; valeur exceptionnelle de la chaleur spécifique de l'eau; conséquences pratiques.

Fusion. — Point de fusion. — Chaleur de fusion; solidification, cristallisation.

Vaporisation. — Chauffage de l'eau en vase clos; chaudières à vapeur. — Variation de la pression avec la température dans les limites d'emploi des chaudières (pression en kilogrammes par centimètre carré). — Principe des machines à vapeur.

Chauffage de l'eau à l'air. — Ébullition, variation de la température d'ébullition avec la pression. — Distillation.

Vapeur d'eau dans l'atmosphère.

Notions sommaires sur la transmission de la chaleur et sur la protection contre le chaud et le froid.

Classe de 3:e B. Acoustique. — Nature du son. — Réflexion du son: écho. Qualités du son. — Diapason.

Optique. — Corps lumineux et non lumineux; corps transparents, corps opaques, corps translucides.

Propagation rectiligne de la lumière; ombres.

Notions sur la réflexion et la réfraction de la lumière.

Images données par les miroirs et les lentilles. (Étude purement expérimentale).

— Marche des rayons; image réelle et virtuelle.

Notions sur la vision. — Myopie, hypermétropie, presbytie; verres compensateurs.

Loupe; notions très sommaires sur la lunette et sur le microscope.

Complexité de la lumière blanche. — Couleur des corps.

Photographie.

Électricité. — Électrisation. — Cylindre de Faraday. — Quantité d'électrisation.

Électrisation par influence. — Pouvoir des pointes. — Principe des machines électriques.

Notion expérimentale de la différence de niveau électrique ou de potentiel entre deux conducteurs.

Notion de capacité. — Condensateurs.

Courant électrique.

Aimants: boussole. — Définition expérimentale du champ magnétique.

Champ magnétique d'un courant: règle d'Ampère. — Solénoïde.

Notions très sommaires sur l'électrolyse. — Ampère. — Ampèremètre.

Résistance. — Ohm.

Loi d'Ohm. — Voltage. — Volt. — Voltmètre.

Loi de Joule. — Puissance. — Watt.

Applications les plus importantes de l'électro-aimant. — Principe du télégraphe.

Machine Gramme (comme moteur). — Réversibilité de la machine Gramme: principe des phénomènes d'induction.

Notions sur l'électricité atmosphérique. — Paratonnerre.

Classe de 2:e A, B. *Pesanteur.* — Notion de la force; direction, point d'application, intensité. — Direction de la pesanteur; centre de gravité; poids. — Indiquer que le poids d'un corps varie avec le lieu: notion de masse. — Usage de la balance: double pesée. — Poids spécifiques.

Équilibre des liquides et des gaz. — Force exercée sur une portion de paroi; pression ¹⁾; variation de pression avec la profondeur. — Applications et exemples. — Pression atmosphérique. — Baromètre; idée de son application à la mesure des hauteurs. — Manomètres usuels.

Principe d'Archimède; application à la mesure des volumes. — Corps flottants; aérostats.

¹⁾ On admettra comme faits d'expérience que la pression est normale à la paroi et que sa grandeur est indépendante de l'orientation de la paroi.

Compressibilité des gaz ¹⁾. — Mélange des gaz. — Principe des pompes à gaz et à liquides.

Chaleur. — Thermomètre à mercure; détermination des points fixes; notions élémentaires sur la dilatation des corps.

Quantité de chaleur; méthode des mélanges considérée comme permettant de mesurer des quantités de chaleur d'origine quelconque. — Définition des chaleurs spécifiques.

Fusion et solidification. — Point de fusion; chaleur de fusion.

Notions élémentaires sur la vaporisation des liquides; pression maxima des vapeurs; variation avec la température (représentation graphique). — Température critique; continuité de l'état liquide et de l'état gazeux. — Liquéfaction des gaz. — Ébullition. — Chaleur de vaporisation. — Principe de la machine à vapeur.

Vapeur d'eau dans l'atmosphère. — Point de rosée; sa détermination. — Brouillard; nuages.

Classe de 1^{re} A, B. *Optique.* — Propagation rectiligne de la lumière. — Vitesse. Comparaison expérimentale des intensités de deux sources lumineuses.

Lois de la réflexion. — Étude expérimentale des miroirs ²⁾.

Réfraction; existence de la réflexion totale; étude expérimentale des lentilles ²⁾.

Étude physique de l'œil; accommodation; correction des défauts optiques de l'œil. — Loupe.

Principe de la lunette et du microscope.

Dispersion de la lumière; spectre des diverses sources lumineuses; spectres d'absorption, spectre solaire; couleur des corps.

Photographie.

Électricité ³⁾. — Électrisation; cylindre de Faraday; quantité d'électricité ⁴⁾; développement simultané des deux électricités.

Électrisation par influence. — Pouvoir des pointes. — Principe des machines électriques.

Notion expérimentale de la différence de potentiel entre deux conducteurs.

Condensateurs; capacité.

Courant électrique. — Intensité.

Aimants; expérience de l'aimant brisé. — Déclinaison et inclinaison (simples définitions); boussole.

¹⁾ On se bornera à l'approximation donnée par la loi de Mariotte.

²⁾ L'existence des images et les propriétés du plan focal seront considérées comme données par l'expérience.

³⁾ Dans l'étude de l'électricité, comme dans les autres parties du programme, le professeur pourra suivre un ordre différent de l'ordre indiqué et commencer, par exemple, par l'étude du courant.

⁴⁾ On se contentera d'indiquer les unités pratiques.

Définition expérimentale du champ magnétique: expériences sur les champs magnétiques; champ magnétique d'un courant; règle d'Ampère; solénoïde; galvanomètre à aimant mobile.

Action d'un champ magnétique sur un courant; galvanomètre à cadre mobile; ampèremètre.

Aimantation par les champs magnétiques. — Électro-aimant; applications; télégraphe.

Classe de philosophie A, B. Notion expérimentale du travail et de la puissance; exemples familiers et données numériques. — Conservation du travail.

Chute des corps dans le vide et dans l'air. — Expériences avec le plan incliné, la machine d'Atwood et la machine de Morin.

Notions élémentaires sur le mouvement des projectiles; la pesanteur est un cas particulier de l'attraction universelle. — Pendule (étude expérimentale); formule (sans démonstration). — Principe de la mesure de g . — Application du pendule aux horloges; échappement; balancier à ressort spiral. — Pendule de Foucault au pôle.

Énergie. — Diverses formes d'énergie (mécanique, thermique, électrique, chimique, etc.); leurs transformations mutuelles. — Principe de la conservation de l'énergie; expériences de Joule; équivalent mécanique de la calorie; machines thermiques. — Énoncé du principe de Carnot. — Idée de la dégradation de l'énergie.

Mouvements périodiques. — Méthode graphique ¹⁾. — Vibrations longitudinales et vibrations transversales. — Démonstration expérimentale de la propagation d'un mouvement vibratoire. — Longueur d'onde. — Réflexion des ondes. — Nœuds et ventres ²⁾. — Existence des phénomènes d'interférence. — Résonance.

Acoustique et Optique. — Le son est dû à un mouvement vibratoire. — Phonographe. — Vitesse du son. — Sons musicaux; qualités physiologiques du son; leur interprétation physique. — Intervalles.

Cordes vibrantes (loi des longueurs). — Harmoniques. — Résonateurs; caisse de résonance et tuyaux sonores.

Analogies de la lumière et du son. — Hypothèses des vibrations lumineuses. — Qualités physiologiques de la lumière; leur interprétation physique. — Étude sommaire des radiations, de l'infra-rouge à l'ultra-violet. — Phosphorescence et fluorescence.

Électricité. — Lois d'Ohm. — Loi de Joule. — Éclairage électrique. — Électrolyse. — Lois de Faraday. — Piles. — Accumulateurs.

Induction: expériences fondamentales.

¹⁾ Indiquer les applications de cette méthode à la physiologie.

²⁾ Le professeur se servira utilement d'une corde ou d'un tube en caoutchouc pour montrer la propagation et la réflexion des ondes, ainsi que les ondes stationnaires.

Principe de la machine Gramme (moteur et générateur). — Corrélation des phénomènes d'induction et des phénomènes électromagnétiques. — Téléphone, microphone.

Notions sur les courants alternatifs et les oscillations électriques. — Transformateurs.

Décharges à travers les gaz. — Rayons cathodiques. — Rayons X.

Électricité atmosphérique. — Paratonnerre.

Classe de 2:e C, D. Divers états de la matière. — Exemples familiers de solides, de liquides et de gaz; un même corps peut prendre les trois états.

Notion expérimentale du travail, de la force et de la puissance; exemples familiers et données numériques. — Unités usuelles et unités C. G. S. de travail, de force et de puissance ¹⁾. — Conservation du travail; levier, plan incliné, treuil.

Énoncé, sans démonstration, des règles de composition des forces concourantes et parallèles.

Direction de la pesanteur. — Centre de gravité, poids, usage de la balance. — Poids spécifique et densités (méthode du flacon). — Indiquer que le poids d'un corps varie avec le lieu; notion de masse.

Équilibre des liquides et des gaz. — Force exercée sur une portion de paroi; pression ²⁾; unités usuelles.

Principe de Pascal et variation de la pression avec la profondeur; applications et exemples.

Pression atmosphérique; baromètre ³⁾; idée de son application à la mesure des hauteurs.

Manomètre à air libre; manomètre métallique; instruments enregistreurs.

Principe d'Archimède; application à la mesure des poids spécifiques. — Corps flottants; aréomètres à poids constant. — Correction de la poussée de l'air dans les pesées de précision ⁴⁾. — Aérostats.

Principe des pompes à gaz et à liquides ⁵⁾; trompes.

Existence des phénomènes de tension superficielle, d'adhérence et de teinture.

Chaleur. — Définition de la température; principe du thermomètre à gaz à volume

¹⁾ Sans abandonner les unités usuelles, le professeur habituera dès le début les élèves à l'emploi des unités C. G. S.; il se contentera de les rapporter aux unités usuelles, réservant leur définition pour plus tard.

²⁾ = ¹⁾ p. VI.

³⁾ On donnera le principe des appareils sans entrer dans les détails de construction; si, par exemple, on parle des baromètres à cuvette mobile, on ne décrira pas la cuvette du baromètre de Fortin.

⁴⁾ Le professeur saisira toutes les occasions pour montrer aux élèves dans quelles limites de précision une même correction peut être nécessaire ou absurde.

⁵⁾ On ne décrira pas les appareils qui n'ont plus qu'un intérêt historique.

constant. — Thermomètre à mercure; détermination des points fixes; déplacement du zéro.

Notion de la quantité de chaleur; mesure des quantités de chaleur d'origine quelconque: méthode des mélanges; calorimètre de Bunsen. — Chaleurs spécifiques ¹⁾.

Dilatation linéaire; principe du comparateur.

Dilatation des liquides; dilatation absolue du mercure ²⁾. — Existence du maximum de densité de l'eau. — Courbes de dilatation; usage des coefficients de dilatation; correction barométrique.

Compressibilité des gaz; la loi de Mariotte donnée comme une première approximation. — Mélange des gaz.

Dilatation des gaz à pression constante; variation de pression à volume constant. — Relation $\frac{pV}{1 + at} = \text{constante}$. — Densité des corps gazeux.

Fusion pâteuse et fusion brusque; point de fusion; chaleur de fusion.

Notions élémentaires sur la vaporisation des liquides et la liquéfaction des gaz; existence d'une température critique ³⁾.

Pression maxima des vapeurs, variation avec la température. — Ébullition. — Distillation. — Chaleur de vaporisation ⁴⁾.

Vapeur d'eau dans l'atmosphère: point de rosée; sa détermination. — Nuages et brouillards; pluie, neige. — Mouvements généraux de l'atmosphère.

Notions très sommaires sur la conduction, l'émission et l'absorption de la chaleur, au point de vue des applications usuelles; procédés de chauffage et d'isolement thermique.

Classe de 1:e C, D. Optique. — Corps lumineux et non lumineux; corps opaques, transparents, translucides.

Propagation rectiligne de la lumière; ombres. — Vitesse; principe de la méthode de la roue dentée.

Comparaison expérimentale des intensités de deux sources lumineuses.

Lois de la réflexion. — Miroirs; marche des rayons; images réelles et images virtuelles; formule des miroirs.

Lois de la réfraction; réflexion totale. — Lame à faces parallèles, prisme, lentilles: marche des rayons, images; formule des lentilles; convergence; dioptrie.

Étude optique de l'œil; accommodation; correction des défauts optiques de l'œil. — Loupe. — Principe de la lunette et du microscope.

¹⁾ On n'étudiera pas la chaleur spécifique des corps gazeux.

²⁾ On ne fera pas une description détaillée des appareils.

³⁾ Les développements sur la continuité de l'état gazeux et de l'état liquide trouveront leur place dans la classe de mathématiques.

⁴⁾ On se contentera de décrire l'appareil de Berthelot.

Dispersion de la lumière; spectroscopie; spectres des diverses sources lumineuses; spectres d'absorption; spectre solaire; couleur des corps.

Explication élémentaire de l'arc—en—ciel.

Photographie.

*Électricité*¹⁾. — Électrisation; cylindre de Faraday; quantité d'électricité²⁾; développement simultané des deux électricités.

Étude expérimentale de la distribution; pouvoir des pointes.

Notion du champ électrique; le champ est nul à l'intérieur d'un conducteur; électrisation par influence; écrans électriques; principe des machines à influence.

Notion expérimentale de la différence de potentiel entre deux conducteurs; électromètre.

Condensateur; capacité; diélectriques.

Courant électrique: intensité.

Résistance; loi d'Ohm; courants dérivés. — Loi de Joule. — Expression générale de l'énergie électrique.

Électrolyse, ions, lois de Faraday. — Définition pratique de l'ampère. — Polarisation, piles, accumulateurs.

Aimants. — Champ magnétique; définition expérimentale; expériences sur les spectres magnétiques. — Champ magnétique d'un courant; règle d'Ampère; solénoïde; galvanomètre à aimant mobile.

Action d'un champ magnétique sur un courant. — Galvanomètre à cadre mobile.

Ampèremètres et voltmètres.

Aimantation par les champs magnétiques. — Flux magnétique; saturation; hystérésis. — Aimants permanents, pôles, expérience de l'aimant brisé.

Force électromotrice d'induction; loi fondamentale.

Applications de l'électricité. — Applications diverses de l'électro-aimant; télégraphe; téléphone. — Machine Gramme (moteur et générateur). — Transport de l'énergie. — Éclairage électrique. — Four électrique. — Notions d'électrochimie.

Électricité atmosphérique. — Paratonnerre. — Magnétisme terrestre.

Classe de mathématiques A, B. Chute des corps dans le vide et dans l'air; résistance de l'air, existence d'une vitesse limite.

Expériences avec le plan incliné, la machine d'Atwood et la machine de Morin.

Relation générale entre la force, la masse et l'accélération. — Application au mouvement circulaire uniforme.

Mouvement des projectiles. — Comparaison avec le mouvement des planètes: la pesanteur est un cas particulier de l'attraction universelle.

¹⁾ = ²⁾ p. VII.

²⁾ On n'emploiera que les unités pratiques, réservant pour plus tard leurs relations avec les unités C. G. S.

Pendule simple. — Mouvement pendulaire. — Pendule composé: existence d'un pendule simple synchrone (sans démonstration). — Mesure de g , ses variations. — Expérience de Foucault; son explication au pôle. — Horloges et chronomètres.

Énergie. — Énoncé du théorème des forces vives. — Applications (volant, marteau, etc.). — Diverses formes d'énergie (mécanique, thermique, électrique, chimique, etc.); leurs transformations mutuelles. — Principe de la conservation de l'énergie. — Équivalent mécanique de la calorie: expérience de Joule. — Refroidissement d'un gaz par la détente avec travail: définition des deux chaleurs spécifiques. — Principe de la machine à vapeur et des moteurs à explosion: indicateur de Watt. — Énoncé du principe de Carnot. — Idée de la dégradation de l'énergie.

Continuité de l'état gazeux et de l'état liquide. — Expériences d'Andrews. — Point critique ¹⁾.

Élévation de la température d'ébullition et abaissement de la température de congélation dans les solutions étendues: lois de Raoult. — Solutions saturées. — Sursaturation.

Unités. — Revision des lois fondamentales et des formules de la Mécanique et de l'Électricité. Unités fondamentales et unités dérivées ²⁾. — Unités mécaniques C. G. S. — Système pratique d'unités électriques.

Généralités sur les mouvements vibratoires. — Procédés d'enregistrement. — Chronophotographie. — Mouvements pendulaires. — Propagation d'un mouvement vibratoire. — Vibrations longitudinales et vibrations transversales. — Longueur d'onde. Réflexion des ondes. — Ondes stationnaires; nœuds et ventres ³⁾. — Existence des phénomènes d'interférence. — Résonance.

Phénomènes périodiques en acoustique et optique. — Le son est dû à un mouvement vibratoire. — Phonographe. — Vitesse du son. — Sons musicaux. Qualités physiologiques du son; leur interprétation physique. — Hauteur; influence du mouvement relatif de la source et de l'observateur. — Intervalles.

¹⁾ A cette occasion, il serait utile de donner aux élèves, en une ou deux leçons, quelques notions simples de chimie physique relativement à l'équilibre d'un corps pur. On examinerait successivement les trois cas suivants:

1:o. Si un corps pur est tout entier sous le même état (cristallin, liquide, gazeux), toute propriété du corps (le *volume* de l'unité de masse par exemple) peut être considérée comme fonction de deux variables indépendantes (la température et la pression);

2:o. Si un corps pur est pris sous deux états différents coexistants en équilibre (solide et liquide, liquide et vapeur, solide et vapeur), l'équilibre est indépendant des masses en présence et une seule des variables, pression ou température, peut être prise arbitrairement;

3:o. Si un corps pur est pris sous trois états coexistants, l'équilibre ne peut avoir lieu qu'à une température et à une pression déterminée; il est indépendant du rapport des masses en présence.

²⁾ On montrera comment le choix arbitraire des coefficients de proportionnalité influe sur les valeurs des unités dérivées; exemples empruntés à la Géométrie.

³⁾ Le professeur se servira utilement d'une corde ou d'un tube de caoutchouc pour montrer la propagation et la réflexion des ondes, ainsi que les ondes stationnaires.

Cordes vibrantes (étude sommaire); harmoniques. — Résonateurs; tuyaux sonores (étude sommaire).

Timbre des sons. — Idée de la décomposition d'un mouvement périodique quelconque en mouvements pendulaires.

Hypothèse des vibrations lumineuses; période. — *Existence* des phénomènes de diffraction ¹⁾.

Lumières monochromatiques. — Spectres. — Étude du spectre, de l'infra-rouge à l'ultra-violet. — Phosphorescence et fluorescence.

Existence des phénomènes de double réfraction et de polarisation.

Notions très élémentaires sur les courants alternatifs. — Transformateurs, bobines d'induction. — Décharge dans les gaz. — Rayons cathodiques. — Rayons X.

Oscillations électriques. — Propagation des ondes électriques; télégraphie sans fils.

Hypothèse de l'identité des oscillations lumineuses et électriques».

Skriföfnings i fysik omnämns endast på det sätt, att dessa i classe de 1:e C, D även må omfatta kursen i nästföregående klass och analogt för classe de mathématiques. Enligt muntliga upplysningar, som lämnades mig af franska fysiklärare, plägar från och med classe de 2:e C, D gifvas ett à två problem pr vecka till skriftlig behandling i hemmet.

Till de nämnda fysikkurserna äro fogade »Conseils généraux», som härmed återgifvas på svenska.

1:o. *Allmänna anvisningar för första cykeln.* — Fysikundervisningen i första cykeln bör vara mycket elementär och praktisk samt alltid grundad på experimentet. Läraren undvike så mycket som möjligt användandet af sammansatta apparater utan hälle sig i stället till vanliga föremål vid utförandet af sina försök. Han må flitigt använda grafisk framställning; genom numeriska exempel, som alltid böra motsvara i verkligheten tänkbara fall, vänje han lärjungarna vid en riktig uppfattning af fenomenens storleksordning.

Metodiska anvisningar.

2:o. *Allmänna anvisningar för andra cykeln.* — Läraren nöje sig med att framställa de fysikaliska frågorna såsom vi nu uppfatta dem utan att alltför mycket bekymra sig om den historiska ordningsföljden. Därför behöfver han ingalunda glömma fysikens stormän. Vid lägligt tillfälle må han inför lärjungarna (särskildt i classe de mathématiques) frammana lefnadsbilden af en Galilei, Cartesius, Pascal, Newton, Lavoisier, Ampère, Fresnel m. fl. under betonande af icke allenast deras arbetens vikt och värde utan i synnerhet af det moraliskt stora i deras hängifvenhet för vetenskapen samt låta lärjungarna läsa några karaktäristiska sidor ur deras skrifter. Man kräfver, att undervisningen befrias från gammal slentrian, ss. behandling af föråldrade apparater, teorier utan värde, kalkyler utan verklig betydelse. Läraren må ej

¹⁾ On dira un mot du pouvoir séparateur des instruments d'optique.

ingå i detaljerad beskrifning af apparater eller deras användningssätt. Målet är icke att göra lärjungarna till fysiker af facket utan att låta dem få kännedom om naturens grundlagar och sätta dem i stånd att rätt uppfatta hvad som sker omkring dem. För den skull bör undervisningen vara på en gång grundlig, lättfattlig och praktisk samt med undvikande af matematiska utvecklingar *alltid hafva försöket till grundval*. Men för sina demonstrationsförsök använde läraren i minsta möjliga mån invecklade apparater; hans sträfvan må gå ut på att utföra experimenten med de enklaste och närmast till hands liggande medel, i det han fäste större vikt vid försöksmetoden än vid de tekniska detaljerna i utförandet. Han må flitigt betjäna sig af grafisk framställning ej blott för att bättre kunna visa lärjungarna gången af ett fysikaliskt fenomen utan ock för att göra dem förtrogna med de viktiga funktions- och kontinuitetsbegreppen. Slutligen må läraren genom enkla räkneexempel, som alltid skola motsvara fall, möjliga i verkligheten, vänja lärjungarna vid att göra sig en klar föreställning om storleksordningen i de fysikaliska företeelserna och att afgöra, inom hvilka gränser en korrektion kan vara nödvändig eller illusorisk.

3:o. *Anvisningar för laborationsöfningarna*. — Läraren fäste den största vikt vid de praktiska öfningarna, åt hvilkas förberedande och utförande han bör ägna samma omsorg och uppmärksamhet som åt de vanliga lektionerna. Den största handlingsfrihet lämnas i valet af dessa öfningar. Någon gång kan man nöja sig med att låta lärjungarne utföra enkla kvalitativa försök, oftast må de företaga mätningar men ej med högre approximationsgrad än som är nödvändig för att genom mycket enkla försök klargöra en fysikalisk storhets storleksordning.

Man kan exempelvis: studera pendellagarna och bestämma accelerationen g på 1 % när med ett sänklod, ett metermått och ett ur; tillverka småvikter af en metalltråd; bestämma specifika vikten hos en vätska på 1 % när med en vanlig flaska och handelsvåg; verifiera Arkimedes' princip med en vanlig våg, graderade kärl och kärl med afloppsror; utföra Torricellis försök; göra luftförtunningsförsök med vattensugpump; jämföra vattnets specifika värme med mässings (härtill behöfves blott ett glaskärl, en mässingsvikt och en vanlig termometer); bestämma fryspunkter och däraf härleda en molekylarvikt; göra en fotometrisk bestämning med en blyertspenna och ett vanligt pappersark som fotometer; göra afteckningar medelst camera clara och ett mikroskop; grafiskt uppteckna en stämgaaffels svängningar; med järnfilspån framställa magnetiska kraftlinjer; galvaniskt förkoppra ett föremål; af nysilfvertråd tillverka graderade elektriska motstånd och använda dessa till motståndsbestämning — o. s. v.

Uppfattade på detta sätt kräva laborationsöfningarna i fysik hvarken dyrbar materiell eller instrument, som äro för ömtåliga att sättas i händerna på nybörjare, men utgöra icke desto mindre ett det värdefullaste tillägg till lärarens undervisning. —

. Beträffande lärjungelaborationerna i classe de mathématiques föreskrifves, att

dessa delvis böra ägnas åt en repetition af de viktigaste frågorna från de båda nästföregående klassernas pensa.

II.

Som de af mig besökta lyceerna, hvilkas lärjungeantal växlade mellan 500 och 1000, ej företedde några väsentliga olikheter sinsemellan vare sig beträffande lärorummens inredning och apparatsamling eller undervisningens handhafvande, torde det i den följande redogörelsen häröfver vara onödigt att nämna hvarje skola för sig.

Till fysikundervisningens tjänst fanns alltid en eller flera amfiteatraliskt inredda *lektionssalar*, rymmande 30—40 lärjungar hvar (ja, på ett ställe med ända till 80 platser!) och åtminstone *ett apparatrum*, vidare, på ett par undantag när, särskildt *förberedelserum* för läraren och *laborationsrum* för lärjungarna med plats för 20—30 laboranter. I ett par, tre lyceer förekom dessutom *verkstadsrum*, *mörkrum* och *förrådsrum*, lyceet i Caen bestod sig t. o. m. med ett särskildt *vågrum*. Så godt som allestädes levererades elektrisk ström till lyceerna från resp. städers elektricitetsverk, och denna ström fick i några skolor dessutom ladda ackumulatorer, afsedda särskildt för laborationsöfningarna.

I *lektionssalen* såg man, utom ledningar för vatten, gas och elektricitet, bakom den hissbara svarta taflan ett kakelklädt dragskåp för giftiga gasers bortskaffande jämte en samling kemiska reagensflaskor, beroende på att lärosalen ofta fick tjänstgöra äfven vid kemiundervisningen. Vidare var detta rum försedt med ljustäta gardiner, hvarigenom möjliggjordes anställande af projektförsök m. m. *Apparatrummet* var i allmänhet väl utrustadt med både äldre och nyare apparater och gjorde vid de större lyceerna intryck af ett fullständigt fysiskt kabinet, där man hvarken saknade de klassiska apparaterna af en Regnault, Dumas, Carré, Cailletet eller de moderna, kraftiga induktorerna för framställning af Röntgenstrålar, Hertz'ska försök, Teslaströmmar m. m. Här förvarades vanligen äfven de för laborationerna afsedda apparaterna, till hvilka jag återkommer vid redogörelsen för de praktiska öfningarnas anordnande. *Förberedelserummet* hade ledningar för vatten, gas och elektricitet jämte öfriga tillbehör för preparation af experiment. I *laboratoriet*, som i allmänhet var rymligt och till formen aflångt, voro placerade flera bord med plats för 1—6 laboranter vid hvarje. Äfven här hade gifvetvis inledts vatten, gas och elektricitet. Borden stodo i regel med kortsidan mot väggen. I Nancy-lyceet lade jag märke till en ganska praktisk anordning: rundt väggarna i det stora, präktiga laborationsrummet löpte på 1,65 m:s höjd öfver golvet en 32 cm. bred trähylla med inskrufvade krokar för anställande af sträckförsök, pendelförsök m. m. På denna hylla kunde man vidare ställa undan mer eller mindre skrymmande föremål och apparater, som för ögonblicket ej behöfdes på arbetsbordet. *Verkstadsrummets* inredning utgjordes af ett stadigt bord med nödiga

verktyg samt hyfvelbänk och svarfstolar för trä- och metallslöjd. Skolor utan särskildt verkstadsrum hade inhyst åtminstone en del af den nämnda inredningen på tillgänglig plats i något af de andra till fysikundervisningen upplåtna rummen. *Mörkrummet* var afsedt till fotografiska och fotometriska försök och inrättadt därefter. *Förrådsrummet* innehöll diverse glasvaror och materialier för fysik- och kemiundervisningens behof. I *vågrummet* utfördes tydligtvis vägningar med tillhjälp af ett antal mer eller mindre känsliga vågar.

Tjänstepersonal i fysik.

Rörande tjänstepersonalen i fysik förtjänar påpekas en för Frankrike egendomlig, särdeles förträfflig anordning. Läraren, »le professeur», har vid sin sida en eller flera »préparateurs» och »garçons» samt vid de större läroverken dessutom en »mécanicien», hvilka funktionärer alla arbeta efter hans anvisningar. »Le préparateur» hjälper till vid anordnandet af de för lektions- och laborationstimmarna afsedda försöken, förfärdigar enklare undervisningsapparater och kan, ss. akademiskt bildad, vid tillfälligt förfall för fysikläraren tjänstgöra som hans vikarie. »Le garçon» rengör och ställer i ordning utensilier och apparater, som användts under lektions- eller öfningstimme, springer ärenden o. d. »Le mécanicien» reparerar apparater, som kommit i olag, och tillverkar nya, äfven ganska komplicerade. Särskilda yrkesskolor finnas, från hvilka dylika montörer kunna rekryteras. Såväl preparatorn som mekanikern äga att vid behof assistera vid lärjungarnas praktiska öfningar, den förre dessutom vid vanliga lektionstimmar. Om ingen mekaniker finnes anställd, öfvertages, så godt sig göra låter, hans roll af preparatorn och springpojken. Det är ej heller sällsynt, att »le professeur» själf utför åtskilliga apparater, särskildt för laborationsöfningarna.

Till den lättnad i arbetet, den franske fysikläraren genom dessa sina medhjälpare åtnjuter, kan läggas, att hans ordinarie tjänstgöring (som antas omfatta äfven kemi) upptager endast 12 à 14 timmar i veckan, för längre tid erhålles extra arvode. Vårdaren af apparat- och materialsamlingen har ytterligare en veckotimmes kortare tjänstgöringstid.

Undervisningsmetod.

Af det nu sagda torde framgå, att det åtminstone i yttre afseende är väl ställdt för fysiken som läroämne vid de franska läroverken. Hurudan är då den undervisning, som där bedrifves? Söker man på ort och ställe öfvertyga sig om hur undervisningsplanens bestämmelser taga sig ut i praktiken, visa sig våra sommarferier vara en därtill föga lämplig tid. Ty ehuru det franska läsåret räcker ända till 1 aug. (från 1 okt.), äro årskurserna redan i midten af juni i det närmaste genomgångna, och man får hufvudsakligen blott tillfälle att åhöra repetitionslektioner, hvilka ur metodisk synpunkt helt naturligt ej kunna erbjuda något större intresse. I de tvenne högsta klasserna pågå dessutom nästan ständigt skriföfningar å lärorummet i och för den stundande studentexamen.

Så mycket tror jag mig dock på grund af auskultationer, samtal med vederbörande lärare och studium af tillgänglig pedagogisk litteratur kunna säga, att man

i Frankrike ännu allmänt använder föredragsformen för lärostoffets meddelande. Medgifvas måste ock, att den franske fysikläraren i allmänhet väl förstår sin sak. I ett klart och flytande språk, ledsagadt af en rad slående experiment, inför han sina lärjungar i nya delar af kursen. Under tiden göra ynglingarna flitigt anteckningar, dessa inläras till nästa lektion, som brukar börja med förhör af det senast genomgångna, hvarjämte läraren då och då granskar elevernas anteckningar. Jag hade själf tillfälle att under en auskultationstimme genomse ett par lärjungars anteckningsböcker och måste förvåna mig öfver den omsorg, reda och prydlighet, som utmärkte såväl text som figurer, hvilka illustrerade de utförda demonstrationsförsöken. Förhörfrågorna formulerades vanligen så, att lärjungen tvingades till en uttömmande framställning af den sak, frågan gällde, och i regel gäfvos också tillfredsställande svar. Tydligt är att läroboken på detta sätt kommer att spela en tämligen underordnad roll, lärjungarna begagna hellre sina egna anteckningar (läxan får dock aldrig *dikteras*), och den enskilde läraren har rättighet att själf bestämma, hvilka läroböcker hans elever böra skaffa sig.

De obligatoriska laborationsöfningarna voro särskildt föremål för mitt intresse, och jag skall nu något närmare uppehålla mig vid denna fråga. Tyvärr voro äfven dessa öfningar i det närmaste avslutade, hvadan jag blott fick tillfälle att öfvervara dylika i classe de 2:e. Själlfallet sökte jag skaffa mig en fylligare bild af det sätt, hvarpå lärjungeförsöken öfverhufvud voro ordnade, genom att hänvända mig till fysikens målsmän, som välvilligt läto mig taga i betraktande skolans samling af mestadels hemgjorda, enkla men instruktiva laborationsapparater samt göra afskrifter af lärarens försöksanvisningar och lärjungarnas skriftliga redogörelser för utförda försök.

*Laborations-
öfningar.*

Laborationerna utgöra alltid tillämpningar af det under lektionstimmarna inhämtade kunskapsstoffet och komma således förnämligast att röra sig om numeriska bestämningar af fysikaliska konstanter och verifikation af för lärjungarna redan bekanta fysiska lagar. Stadgan anslår till praktiska öfningar i fysik och kemi tillsammans 2 timmar pr klass och vecka (s. IV). I allmänhet tillämpas denna bestämmelse så, att fysiken och kemin växelvis få en dubbeltimmes laborationer hvarannan vecka, ehuru äfven laborationer på enkeltimmar (om 60 minuter) förekomma. Vid timmens början utdelas till lärjungarna hektograferade anvisningar eller dikteras försöksanordningen, hvarefter lärjungarna skrida till försökens utförande, ordnade i grupper om 1—4 st. i hvarje. Sedan går läraren omkring och öfvervakar arbetet och lämnar, där så kräves, ytterligare handledning. Ibland utföres samma försök af klassens samtliga elever, ibland sysselsättas grupperna med sinsemellan olika öfningar. En rätt vanlig kombination är att indela laboranterna, som lämpligen antagas vara 16 st. (större afdelningar delas), i åtta grupper om två män och lämna ut en serie af fyra olika men besläktade försöksämnen samt låta samma ämne samtidigt behandlas af tvenne grupper. Medhinner då, ss. vanligen sker, af hvarje grupp ett försök under dubbeltimmen, räcker

denna försöksserie fyra laborationsdagar, d. v. s. sex veckor. Naturligtvis förekomma äfven andra tillvägagångssätt. Så t. ex. laborerade, när jag besökte parislyceet Louis —le—Grand, lärjungarna i classe de 2:e öfver alla delar af klassens kurs. I Condorcet-lyceet i samma stad plögade en lärare låta sina 27 elever i classe de 1:e laborera en timme pr vecka, fördelade i nio grupper med tre lärjungar i hvarje och bildande tvenne serier, nämligen den ena om fem grupper, den andra om fyra. Timmen användes på följande sätt: 1:o summarisk anvisning af nödiga manipulationer, 2:o första serien laborerar, 3:o andra serien laborerar. Medan en serie experimenterar öfver det erhållna ämnet, utför den andra serien beräkningar eller konstruktioner, gällande närmast föregående öfning, och författar motsvarande redogörelse. Emellanåt fogar läraren därtill ett enkelt räkneexempel, som står i mer eller mindre intimt samband med ifrågavarande öfning. De fleste lärare torde nog låta lärjungarna hemma, med ledning af de utdelade försöksanvisningarna, verkställa den skriftliga redogörelsen öfver det senast avslutade försöket, hvilken redogörelse vid tillfälle underkastas lärarens granskning.

Som prof på uppgifter för laborationsöfningarna må följande exempel tjäna. *Classe de 2:e C, D* (statik, värmelära): längd-, volym- och viktbestämningar, tyngdpunktsförsök, försök med häfstängen, verifiering af Archimedes' princip, bestämning af specifik vikt (fasta, flytande och gasformiga kroppar), försök öfver ytspänning och kapillaritet, kontrollering af Mariottes lag, af en termometers frys- och kokpunkter, bestämning af en vätskas utvidningskoefficient, af luftens utvidningskoefficient vid konstant tryck, af smält- och stelningspunkter, bestämning af specifikt värme, smältvärme och ångbildningsvärme. *Classe de 1:e C, D* (optik, magnetism, elektricitet): verifiering af lagarna för ljusets fortplantningsriktning, reflexion och brytning samt af belysningslagen, jämförelse mellan ljusstyrkan hos olika ljuskällor, bestämning af brännvidden hos konkava speglar, brytningsindex genom minimideviation, brännvidd och förstoring hos linser, sammanställning af linser till vanliga optiska instrument, öfningar med spektroskopet, med elektroskopet, studium af magnetfält, bestämning af bärkraften hos en elektromagnet, framställning (genom järnfilspån) af fältet kring en solenoid, elektrolytiska försök, gradering af en galvanometer som ampèremeter (med tillhjälp af voltameter), verifiering af Ohms och Joules lagar, motståndsbestämningar, induktionsförsök. *Classe de mathématiques A, B* (akustik, dynamik, energilära): grafisk framställning af en stämgaflödes svängningar, stående vågor, verifiering af lagarna för svängningstalet hos en ljudande sträng, bestämning af ljudets hastighet i olika medier, verifiering af fall-lagarna och pendellagarna, bestämning af accelerationen vid fritt fall, sträckförsök, molekylarviktbestämningar, bestämning af värmets mekaniska ekvivalent.

I vissa lyceer ingingo bland laborationsöfningarna äfven konstruktion af enklare apparater. Några dylika (märkta med *) jänte en del andra upptagas i följande för-

teckning på laborationsapparater: sfärometrar, kurvimetrar, fjädervågar*, balansvågar, pyknometrar, kommunicerande kärl, areometrar*, u-formiga rör som tillsmälts i ena ändan (Boyles lag), kalorimetrar*, hygrometrar*, fotogenlampor, skärmar med hål (ljusets fortplantningsriktning), planspeglar och planparallella glasplattor med knappnålar (ljusets reflexion och brytning), sfäriska speglar, prismor, linser, goniometrar, optiska bänkar med flyttbara vertikala pappersskalor (brännvidd och förstoring), stafmagneter, enkla kompassdosor, elektromagneter*, solenoider*, glas-, trä- och metallskifvor (genomtränglighet för magnetiska kraftlinjer), elektriska pendlar*, guldbladspektroskop, leydenflaskor, galvaniska element, ackumulatorer*, voltametrar, ampèremetrar, voltmetrar, tangentbussoler, galvanometrar*, kvicksilfvermotstånd (i smala, flera gånger omböjda glaströr), variabla vätskemotstånd (kopparsulfatlösning i cylinderglas med flyttbara kopparelektroder), motståndsrullar af metalltråd*, Wheatstones bryggor, stämgaflar, resonatorer, monokord, metronomer, orgelpipor, Kundts rör, Galileiska rännor, Atwoods och Morins fallmaskiner, pendlar (pendellagarna, accelerationen vid fritt fall).

Innan jag lämnar frågan om lärjungarnas praktiska öfningar, skall jag gifva ett par exempel på anvisningar, utdelade af fysiklärare, och redogörelser, inlämnade af lärjungar.

Minimideviation (anvisning).

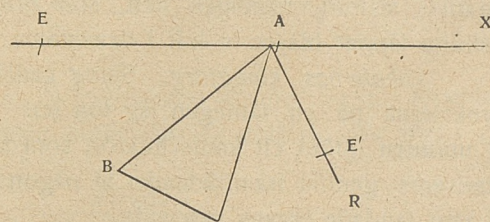
Drag en rät linje EX, afsätt en punkt A, stick en knappnål i E och sätt prismats kant i A. Drag på papperet spåret AB af prismats främre yta. Placera ögat i R, så att nålen E synes genom prismat i rät linje med A. Utmärk genom en nål E' den brutna strålens riktning. Tag bort prismat och drag AE'. Mät med en gradskifva vinkeln $EAB = 90^\circ - i$ och vinkeln XAR, som är deviationen (D). Gör om samma undersökning för olika lägen af prismat men med brytande kanten fortfarande i A. Inför i en tabell samhörande värden på i och D (åtminstone 7 à 8 värden). Afrita på papperet prismats brytande vinkel och mät den. Konstruera en kurva med i-värdena som abskissor och D-värdena som ordinator. Konstatera på kurvan ett deviationsminimum. Detta bör inträffa för $i = i'$. Som

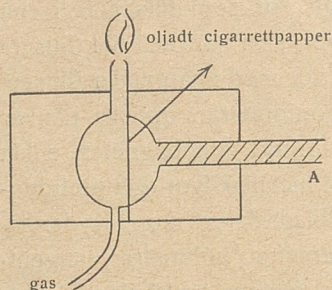
$$D = i + i' - A,$$

får man i händelse af minimum

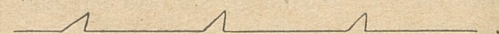
$$i = \frac{A + D_{\min.}}{2}.$$

Undersök på kurvan, om detta i-värde verkligen motsvarar minimipunkten.

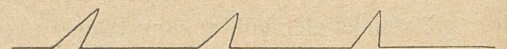


Konstruktion och användning af en manometrisk kapsel (anvisning).

Sätt A i förbindelse med ett kautschukrör, hvori man sjunger. Sjung svagt en låg ton



Sjung starkt en låg ton



Sjung en hög ton 

Rita af lågans olika utseende, belys med acetylen, fotografera — om möjligt — och framkalla plåten.

Undersökning af en orgelpipa (tämligen vid C-pipa). Blås in luften ganska starkt. Sänk ned i pipan ett i ändan trattformigt utvidgad kautschukrör och konstatera *bukar* i båda ändarna (lågan oförändrad) och *en nod* i midten. Samma experiment, då pipan ger sin första öfverton.

Studium af resonansfenomenet. Förena A genom ett kautschukrör med olika sfäriska resonatorer. Konstatera resonans för en enda ton (af dem, som en serie stäm-gafflar alstrar), nämligen den, som ifrågavarande resonator kan gifva, om man med slutna läppar blåser in luft i densamma.

Vokalernas klangfärg. Sjung ganska starkt och med föga öppen mun de olika vokalerna på en tämligen låg ton (c). Studera formen på svängningarna genom att i munnen införa ett kautschukrör, som står i förbindelse med A. Hvarje vokal karakteriseras genom framträdandet af någon viss biton af bestämd höjd, hvaraf olikheten i den tandade lågans utseende.

Bestämning af ytspänningen hos vatten (redogörelse).

Om m är massan i gram hos en vattendroppe, så är dess vikt $P = 981 m$. Antag att denna vattendroppe bildas i ändan af en häfvert med inre radie r . Omkretsen, längs hvilken droppen är fästad, har längden $2\pi r$. Om A är ytspänningen (verkan pr cm af längden), har man

$$2\pi r A = 981 m$$

eller, om

$$d = 2r,$$

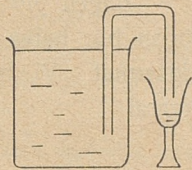
$$\pi d A = 981 m \text{ --- --- --- --- --- --- --- --- --- (1).}$$

När denna likhet är satisfierad, faller droppen.

Försök. Med ett kalibermått bestämma vi inre diametern hos vår häfvert. Man får

$$d = 0,42 \text{ cm.}$$

För att beräkna A är det tillräckligt att experimentellt bestämma vikten af en vattendroppe. Låt vatten rinna genom en häfvert och tarera under tiden på en våg en glasbägare jämte 30 gr. När vätskan börjar droppa genom häfverten, ställes det tarerade glaset inunder, och vi räkna till 100 droppar. Om droppbildningen afstannar, ihålla vi litet vatten och neddoppa försiktigt ett profrör i det kärl, som innehåller häfverten. Ställes ånyo glaset på vågskålen, måste man för att återställa jämvikten borttaga vikter, motsvarande massan af 100 vattendroppar.



Man finner denna massa lika med 11,9 gr, hvaraf massan hos en droppe $= \frac{11,9}{100}$ gr $= 0,119$ gr. Af formeln (1) fås nu

$$3,14 \cdot 0,42 A = 981 \cdot 0,119,$$

hvaraf

$$A = \frac{981 \cdot 0,119}{3,14 \cdot 0,42} = 88 \text{ dyn.}$$

Genom ett liknande försök med en annan häfvert fick man $d = 0,3$ cm och massan af en vattendroppe $= 0,07$ gr. Formeln (1) ger därpå

$$3,14 \cdot 0,3 A = 981 \cdot 0,07,$$

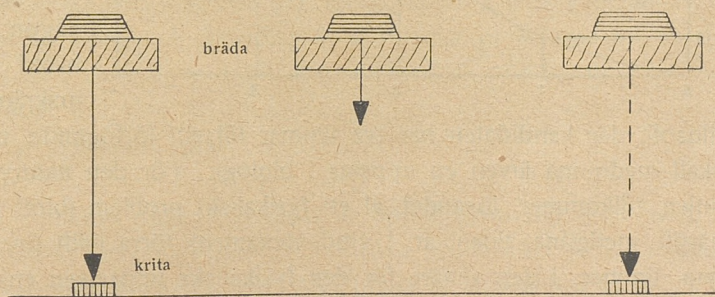
hvaraf

$$A = \frac{981 \cdot 0,07}{3,14 \cdot 0,3} = 72 \text{ dyn.}$$

Som A borde hafva samma värde i båda fallen, måste ettdera försöket (eller måhända båda) vara dåligt.

Fallförsök. (redogörelse).

En fritt fallande kropp rör sig i lodlinjen. Vi upphänga en med blykula försedd tråd i en väggfast bräda och låta först blykulan nästan beröra golfvet. Nu lägga vi ett stycke krita rakt under kulan och minska därpå trådlängden utan att förändra läget af dess fästpunkt. När tråden kommit i jämvikt, afbrännes den. Blymassan faller. Man konstaterar, att krittstycket urholkats. Vi upprepa försöket och lägga märka till det hål, den fallande kulan åstadkommit. Vi konstatera, att den 2:dra gången faller i samma punkt på golfvet som nyss.



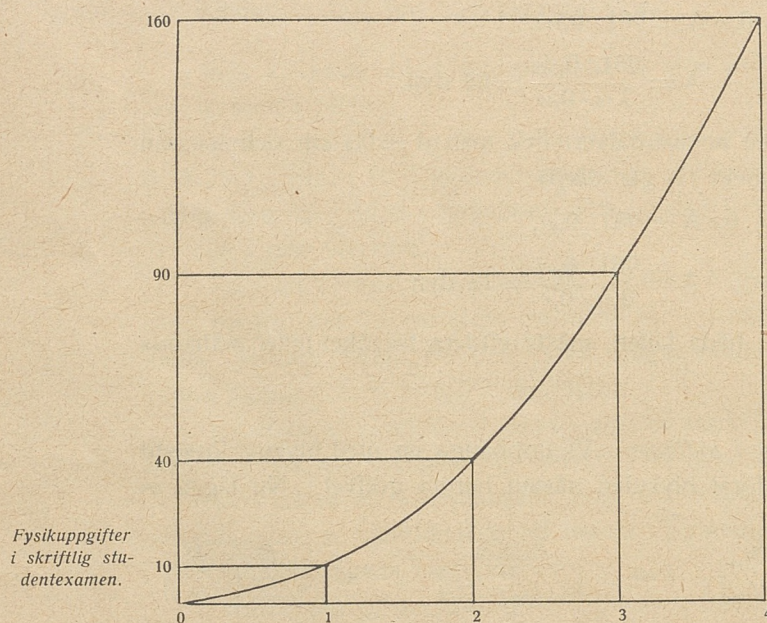
Lutande planet. Man använder en graderad bräda, på hvilken tvenne parallella

metalltrådar äro spända. Längs dessa trådar låter man en liten kula rulla. Denna hejdas nedtill af en tvärså, där graderingens nollpunkt befinner sig.

Lagen för väglängderna. Man bestämmer genom försök, hvilket utgångsläge kulan bör hafva för att, öfverlämnad åt sig själf, slå emot tvärstycket vid slutet af en tidsenhet. Vi funno $e_1 = 10$. På samma sätt fingo vi $e_2 = 40$, $e_3 = 90$, $e_4 = 160$, hvaraf

$$\frac{10}{1} = \frac{40}{4} = \frac{90}{9} = \frac{160}{16}$$

Vägbkurvan som funktion af tiden. Afsätt tiderna som abskissor och vägarna som ordinator. Kurvan är en parabel. —



Då studentexamen (le baccalauréat) bör vara en god värdemätare af de kunskaper i fysik, ett modernt franskt lyceum kan bibringa sina lärjungar, ägnade jag min uppmärksamhet äfven åt denna fråga och har redan i ett annat sammanhang (s. III) lämnat en kort öfversikt af denna examens organisation. Jag skall nu anföra en del fysikuppgifter från examensperioden i juli 1907¹⁾ och börjar med den skriftliga examen.

Examinanden har att utreda någon fysikalisk fråga, fritt vald bland tre gifna ämnen. Härtill inskränker sig profvet för linjen filosofi, där kandidaten har två timmar till sitt förfogande, under hvilken tid han dock skall medhinna äfven en uppsats i biologi. För den naturvetenskapliga (matematiska) linjen tillkommer lösandet af ett fysikaliskt problem (blott *ett* problem gifves). Den härtill medgifna tiden är i studentexamens förra hälft (incl. en matematisk uppsats) fyra timmar, i den senare för den fysikaliska uppsatsen ensam tre timmar. I nedannämnda af mig besökta städer gäfvos följande ämnen för skriftlig behandling.

1. Paris (två serier studentkandidater).

Linje: latin — naturvetenskap.

¹⁾ Studentexamen kan också afläggas i oktober (läsårets början).

1:a serien kandidater.

Valfritt mellan: 1) Elektrisk ström, strömstyrka. 2) Faradays elektrolytiska lagar; elektrokemisk ekvivalent. 3) Elektrisk energiöfverföring.

Obligatoriskt: En plankonvex menisk, hvars tjocklek kan försummas, är försilfrad på sin konvexa yta. Denna ytas radie är 50 cm. Den plana ytan är en cirkel med 5 cm:s radie. Glasets brytningsindex är 1,5.

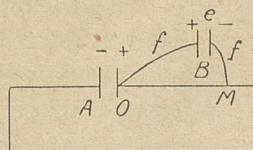
Om man på 1 m:s afstånd från denna menisk vinkelrätt mot den optiska axeln och på samma sida som den plana ytan ställt en lysande skifva med 1 cm:s radie, begäres att bestämma arten, storleken och läget af de bilder, som uppstå (den första genom reflexion mot den plana ytan och den andra genom reflexion mot den konkava), samt angifva, inom hvilket område man bör hålla ögat för att helt och hållet eller delvis kunna se den första bilden.

2:a serien kandidater.

Valfritt mellan: 1) Formeln för konvexa speglar; bildkonstruktion. 2) Härledning af den relation, hvarigenom man kan beräkna brännvidden till en plankonvex lens, hvars brytningsindex är n och sfäriska ytas radie R . 3) Ögats ackommodationsförmåga.

Obligatoriskt: Strömmen från en stapel A med E.M.K. (= elektromotoriska kraften) x och inre motståndet y slutes genom en 1 meter lång tråd, hvars motstånd utgör ρ ohm pr meter. Ett galvaniskt element B med E.M.K. e förbindes å ena sidan med A :s positiva pol och å andra med en punkt M på den förra ledningen.

1:o) Hvilken pol i elementet B måste förenas med A :s positiva pol, för att man skall kunna finna en sådan punkt M , att ingen ström passerar genom ledningstrådarna f ?



2:o) Om detta resultat erhållits för $OM = l'$ meter, skola x och y beräknas, då man vet, att strömvärmet i stapeln A därvidlag är q kalorier pr sekund.

Numeriskt exempel: $l = 10$ m; $\rho = 1$ ohm; $e = 1$ volt; $l' = 2$ m; $q = 1$ kalori; 1 kalori motsvarar 4,17 joule.

Linje: naturvetenskap—levande språk.

1:a serien kandidater.

Valfritt mellan: 1) Konkava linser. 2) Ögat ur optisk synpunkt (ingenting om ögats brytningsfel). 3) Ögats brytningsfel (ögats optiska egenskaper antas bekanta).

Obligatoriskt: Ett cylindriskt glaströr innehåller 1359,6 gr kvicksilfrer af 0° . Dess elektriska motstånd är 1 ohm vid 0° . Sök rörets längd och genomskärningsyta.

Detta 0 -gradiga rör inkopplas som grenledning till en motståndstråd på 9 ohm, i hvilken en elektrisk ström före inkopplingen åstadkom en energiutveckling af 1 joule pr sek. Man förändrar nu motståndet i hufvudledningen på sådant sätt, att ström-

styrkan i denna återfår sitt förra värde. Beräkna den därvid i kvicksilverpelaren pr sek. utvecklade energin.

Kvicksilfrets täthet vid 0° är $13,596$. Motståndet 1 ohm må representeras af en cylindrisk, 0 -gradig kvicksilverpelare om $106,3$ cm:s längd, innehållande $14,4521$ gr kvicksilfver.

2:a serien kandidater.

Valfritt mellan: 1) Galvanometer med rörlig strömspole. 2) Elektrisk telegraf. 3) Elektromagneter.

Obligatoriskt: En konvex lins af flintglas har brytningsindex $1,770$ för C-linjen i solspektrum och styrkan $10,0$ dioptrier för samma spektrallinje. Beräkna brännvidden för F-linjen i solspektrum, då man vet, att brytningsindex för denna linje är $1,799$.

Till denna flintglaslins fogar man en konkav lins af kronglas med resp. $10,0$ cm:s och $9,82$ cm:s brännvidder för frauenhoferska linjerna C och F. Om de två tunna linserna kittas intill hvarandra, frågas efter linssystemets brännvidder för C- och F-linjerna.

Linje: matematik.

1:a serien kandidater.

Valfritt mellan: 1) Visa att tyngdlagen är ett enskildt fall af den allmänna attraktionen. 2) Värmets mekaniska ekvivalent och dess bestämmande. 3) Raoult's lagar och deras användning för molekylarviktbestämningar.

Obligatoriskt: En sluten pipa ger grundtonen G, då den anblåses med luft af 15° . Sök tonens våglängd och pipans längd.

Genom starkare blåsning uppstå två nya noder i pipan. Bestäm den nya tonen och dess våglängd. Ljudets hastighet i luft är $340 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ vid 15° . Svängningstalet för \bar{a} är 435 .

2:a serien kandidater.

Valfritt mellan: 1) Det viktigaste om svängande strängar. 2) Resonatorer. 3) Vågors reflexion.

Obligatoriskt: En kolf af massan M kan utan friktion röra sig i en pumpstöfvel, hvars inre genomskärningsyta är S . Vid försökets början hvilar kolfven på en fast ring, belägen på afståndet h_0 från pumpstöfvelns botten. Det af denna botten och kolfven begränsade rummet innesluter en spiral af fin metalltråd, hvars volym kan försummas, hvars motstånd är R och som inkopplas i en elektrisk strömbana. Detta rum innehåller dessutom luft af samma tryck p_0 och temperatur t_0 som den yttre luften. Man sluter ledningen i ett visst ögonblick och låter under tiden T en ström med styrkan I passera genom spiralen. Beräkna: 1:o) hur lång tid kolfven förblir orörlig; 2:o) kolfvens hastighet, sedan den kommit i rörelse; 3:o) det under tiden T förrättade yttre arbetet. Hvad inträffar efter strömmens afbrytande? Man

antar, att det i spiralen utvecklade strömvärmet helt och hållet kommer luften till godo och att luftmassans olika delar i hvarje ögonblick ha inbördes samma temperatur.

Numeriskt exempel: $S = 1 \text{ dm}^2$; $M = 4 \text{ kg}$; $h_0 = 1 \text{ dm}$; accelerationen $g = 980$ (C. G. S.); $t_0 = 0$; $p_0 = 10^6 \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$; normalmassan af 1 liter luft $= 1,293 \text{ gr}$; gasernas utvidningskoefficient $\alpha = \frac{1}{273}$; $R = 1 \text{ ohm}$; $I = 1 \text{ amp.}$; värmets mekaniska ekvivalent $= 4,17 \cdot 10^7$ (C. G. S.); luftens specifika värme vid konstant volym $c = 0,169$, luftens specifika värme vid konstant tryck $C = 0,237$; $T = 41,7 \text{ sek.}$

2. Nancy.

Linje: latin – naturvetenskap.

Valfritt mellan: 1) Ljusets brytning genom en planparallell platta; prisma. 2) Linser: formel, linsstyrka, dioptri. 3) Kikare och mikroskop.

Obligatoriskt: En konstant elektrisk ström får under 20 minuter gå genom en trådspiral af platina, nedsänkt i en kalorimeter med 300 gr vatten, hvars temperatur höjes 3° , samt genom en voltameter, hvori $0,9 \text{ gr}$ silfver utfälles. Beräkna trådens motstånd. Man vet, att 1 amp. afskiljer $0,001118 \text{ gr}$ silfver pr sek.

Linje: naturvetenskap – lefvande språk.

Valfritt mellan: 1) Motstånd; Ohms lag; grenade strömmar. 2) Elektrisk energi; Joules lag. 3) Elektrolys, joner; Faradays lagar.

Obligatoriskt: Objektivet och okularet till en astronomisk tub hafva resp. 3 m:s och 5 cm:s brännvidder. Med tillhjälp af denna kikare alstrar man af en planet en tydlig bild på en skärm, som är belägen $1,95 \text{ m}$ från objektivet och framför okularet. Beräkna afståndet mellan de båda linserna och förklara anledningen till att man får mer än en lösning.

Linje: matematik.

Valfritt mellan: 1) Stående vågor; noder och bukar. 2) Tonhöjdens beroende af ljudkällans och örats relativa rörelse. 3) Svängande strängar, öfvertoner.

Obligatoriskt: En med hastigheten $100 \frac{\text{m}}{\text{sek.}}$ utkastad blykula stöter mot ett fast hinder utan att återstudsas. Beräkna temperaturförhöjningen. Värmets mekaniska ekvivalent $= 0,425 \text{ kg.m}$ pr gramkalori; tyngdkraftens acceleration $= 981 \frac{\text{cm}}{\text{sek.}^2}$; blyets specifika värme $= 0,031$.

3. Caen.

Linje: latin – naturvetenskap och naturvetenskap – lefvande språk.

Valfritt mellan: 1) Elektrolys; kvalitativa och kvantitativa lagar. 2) Galvaniska element. 3) Ett magnetfälts verkan på en ström; galvanometrar med rörlig strömspole.

Obligatoriskt: Då en på oändligt afstånd inställd astronomisk tub riktas mot ett visst

föremål, finner man, att afståndet mellan okular och objektiv måste ökas med 1 cm, för att föremålet skall synas tydligt. Hur aflägsset är detta föremål? Objektivets brännvidd är 120 cm.

Linje: matematik.

Valfritt mellan: 1) Principen för ångmaskiner och explosionsmotorer; Watts indikator. 2) Kontinuiteten mellan den gasformiga och flytande aggregationsformen; Andrews försök; kritisk punkt. 3) Utspädda lösningar; Raoults lagar.

Obligatoriskt: Tvenne lika långa öppna pipor bringas att ljuda, den ena med vätgas och den andra med syrgas, hvarvid den förras grundton är lika med den senares tredje öfverton. Beräkna häraf förhållandet mellan ljudets hastighet i vätgas och syrgas. Då man vidare vet, att dessa identiska toner motsvara \bar{a} och att piplängden är 73 cm, frågas efter ljudets hastighet i de båda gaserna. Normal-a, d. v. s. \bar{a} , motsvarar 435 fullständiga svängningar pr sek. —

Beträffande den mindre viktiga skriftliga fysik- (event. kemi-) examen på den filosofiska linjen torde det vara nog att anföra de fysikaliska ämnen, som gåfvos i Paris juli 1907. Dessa voro följande ¹⁾ (fyra serier kandidater). I. Valfritt mellan: 1) Grammes maskin (motor och generator). 2) Transformatorer. 3) Element och ackumulatorer. II. Valfritt mellan: 1) Atwoods maskin. 2) Arbete och effekt, numeriska värden och exempel ur dagliga lifvet; arbetets oförstörbarhet. 3) Värmemaskiner. III. Valfritt mellan: 1) Resonatorer; orgelpipor. 2) En svängningsrörelses fortplantning; ljudets hastighet. 3) Fysikalisk tolkning af ljusets fysiologiska egenskaper. IV. Valfritt mellan: 1) Energi; ömsesidiga transformationer och olika former. 2) Urladdning genom gaser; katodstrålar. 3) Samband mellan induktionsfenomenen och de elektromagnetiska fenomenen. —

Fysikuppgifter i
muntlig studentexamen.

Den muntliga studentexamen i Frankrike sker för öppna dörrar, och då denna examen hölls i Nancy samtidigt med mitt besök vid lyceet i samma stad, fick jag en dag tillfälle att öfvervara en dylik. I en af universitetets mindre lärosalar examineras i fysik ynglingar, som genomgått classe de 1:e C, således tillhörande linjen latin-naturvetenskap. Inte ett spår kunde märkas af de högtidliga former, som äro förbundna med motsvarande examen hos oss. Både examinator och examinander uppträdde i hvardagsdräkt, och under hela tiden, examen pågick, strömmade publiken ogeneradt in och ut i rummet. Examinator satt vid ett litet bord intill en svart tafla och studentkandidaterna befunno sig på de främsta bänkarna, under det att allmänheten upptog de öfriga. En af kandidaterna framkallades till svarta taflan och underkastades ett förhör på ungefär 10 minuter, hvarefter han fick aflägsna sig och nästa man framträdde. Sålunda kunde examen fortgå flera timmar i sträck, ända tills samtliga närvarande examinander undergått sitt prof. Jag öfvervar förhöret af fyra ynglingar, som

¹⁾ Enkla räkneexempel kunna också gifvas.

tillfredsställande utredde nedannämnda till dem ställda spörsmål. Examinand 1: Redogör för något sätt att öfverföra energi genom elektricitet. Tala något om elektrisk belysning. Om en glödlampa kräver 110 volts spänning och har 125 ohms motstånd, hur stor energimängd konsumerar den i timmen? Om priset beräknas efter 0,06 centim pr watt-timme, hvilken kostnad drar denna lampa pr timme? Hvad är det ekvivalenta motståndet till två parallellkopplade lampor, då motståndet i hvardera lampan är 125 ohm? Examinand 2: Konstruera bilden af ett föremål framför en konvex spegel. Formeln för spegeln? Hvad menas med styrkan hos en lupp? Om brännvidden är 0,04 m, hur stor är då styrkan i dioptrier? Examinand 3: Redogör för ett magnetfälts inverkan på en rörlig, sluten strömbana. Finnes någon på denna princip byggd galvanometer? Hur kan man bestämma sambandet mellan galvanometers utslag och strömstyrkan? Om afståndet spegel-skala är 1 m och utslaget 5 cm, hur stor är utslagsvinkeln? Examinand 4: Redogör för någon metod att jämföra ljusstyrkan hos tvenne ljuskällor. Om i fotometerformeln $\frac{I}{r} = \frac{d^2}{d'^2}$ man för en lampa funnit $d = 3$ m och för ett ljus $d' = 75$ cm, frågas efter förhållandet mellan lampans och ljusets styrka. Hvilken ljusstyrka har en vanlig elektrisk glödlampa? Finns det olika slags fotometrar? Beskrif ögat ur optisk synpunkt. Hvilket nummer har en närsynt person på sina glasögon, då deras brännvidd är 10 cm? —

För fullständighetens skull meddelas äfven frågor från den muntliga fysikexamen i Paris samma examensperiod, ehuru jag där ej var personligen närvarande.

Linje: latin — lefvande språk.

Hur uppstår bilden af ett föremål vid en konvex lins? Elektromagneter. Ljusets uppdelning genom ett prisma. Hvad menas med solspektrum? Hvilka äro dess färger? Hvad förstås med ett magnetiskt spektrum? Elektrisk influens. Guldblads-elektroskopet. Hvad förstås med ett magnetiskt fält? Hvilka fenomen visa sig i ett dylikt? Experiment med magnetfält. Hvad är en solenoid? En kondensators kapacitet. Bilden af ett reellt föremål i en konvex spegel. En konduktors kapacitet. Visa att om en oladdad konduktor närmas intill en laddad, den senares kapacitet ökas. Hvilken olikhet råder mellan en reell och en virtuell bild?

Linje: naturvetenskap — lefvande språk.

På hvad sätt kan man öfvertyga sig om att en färg är enkel? Redogör för teorin till den astronomiska tuben. Hvilken är strålarnas gång i detta instrument? Hvilket samband äger rum mellan riktningarna af tvenne strålar, som utgå från en stjärna och falla på kikaren? Mikroskopet. Elektrolytiska lagar. Formeln för den konkava sfäriska spegeln. Konstruera bilden af en rät linje, som är vinkelrät mot spegelns axel. Elektriskt ljus: apparater, grundade på principen för elektrisk belysning. Hvaraf består tråden i en glödlampa? Hvad förstås med den elektriska ugnen? Hvari skiljer den sig från en elektrisk lampa? Hvarför förbrinner ej kolträ-

den i glödlampan? Hvad är det elektriska båg ljuset? Bildas det af den elektriska strömmen eller kolet? Hvarför kan man ej i en glödlampa använda en fin koppartråd? Hvad är en lupp? Strålarnas gång i luppen. Hvad menas med ett absorptionsspektrum? Hur kan man i solspektrum särskilja de linjer, som härröra från solen och från jorden? Den elektriska strömmens magnetiska verkningar: Ampères regel. Angif lagarna för ljusets brytning. Hvad menas med normal till en godtycklig yta? I hvilket fall närmar sig den brutna strålen till normalen eller aflägsnar sig därifrån? Hvad förstås med minimideviation? Känner ni till kroppar, hvilkas specifika ledningsmotstånd minskar med temperaturen? Hvad är motståndet hos en ledare beroende af? Hur varierar det med ledarens längd och genomskärningsyta?

Linje: filosofi.

Fosforescensfenomenen. Tala något om de galvaniska elementen. Tala om Morins maskin. Hvilka egenskaper har den erhållna kurvan? Uppställ de olika formerna. Tala om pendeln. Om man har en pendel med svängningstiden t , frågas efter längden af en pendel, hvars svängningstid är $2t$. Hvertill användes pendeln? Hur går man tillväga för att bestämma g ? Hvilken vägsträcka tillryggalägger en fritt fallande kropp under första sekunden? Hvilka äro ljudets fysiologiska egenskaper? Hvad förstås med harmoniska övertoner? Hvad menas med en watt? Kan man fullständigt förvandla en viss värmemängd i arbete? Tala om Carnots princip. Hvad är värmemaskinens verkningsgrad oberoende af? Tala om elektrolys. Elektrolys af kaliumsulfat. Tala om toners intervall. Hvad kallas intervallet mellan 4 och 2? Hvad kallas den senare tonen i förhållande till den förra? Tala om Ohms lag i elektricitetsläran. Hur definieras en ampère? Hvad är ett spektrum? Finnes någonting utom spektrums synliga del? Råder det en stor olikhet mellan de ultraröda och ultravioletta strålarna? Hur kan man upptäcka dessa strålar? Hvad förstås med värmets mekaniska ekvivalent? Hvem har bestämt denna ekvivalent? Hvilka villkor skola uppfyllas för att ernå största möjliga verkningsgrad, då kraftkällan befinner sig på ett visst afstånd från förbrukningsorten? Förklara olikheten i g vid ekvatorn och polen. Tala om analogierna mellan ljuset och ljudet. Ångmaskinen. Hur kan en ström uppstå i ett galvaniskt element? Tala om telefonen och dess förbättringar. Tala om växelströmmar. Hvad är Grammes princip? Tala om ackumulatören.

Linje: matematik.

Beskrif Atwoods maskin och dess användning. Telegrafering utan tråd. Principen för därtill hörande apparat. Hvilken verkan har antennen? Hvad menas med hastighet i en likformigt föränderlig rörelse? Hur studerar man ett spektrum? Är solbilden i en lins en punkt? Hvilken olikhet förefinnes mellan bilden af månen, solen och en stjärna? Hur kan man beräkna dimensionen af solbilden i en lins med brännvidden 1 m? Hvad förstås med katodstrålar? Hvad inträffar, när man vid försöket att framställa dylika drifver förtunningen allt längre? Hvarför kallas detta feno-

men katodstrålar? Hvad sker, om man närmar en magnet till det rör, hvari dessa strålar uppstå? Hvad menas med elektriska svängningar? I hvilket afseende skilja sig dessa svängningar från elektromagnetiska? Hvad förstås med C. G. S.-systemet? Hvilken betydelse har detta system? Enheter för längd, massa och tid. Olikhet med metersystemet. Hvad menas med acceleration? Hvad förstås med en krafts arbete? Finnes något samband mellan arbete och rörelseenergi? Med hvilken hastighet träffar en kropp marken, då den släppes från höjden h ? Till hvilken höjd når en kropp, som kastas rätt uppåt med begynnelsehastigheten v_0 ? Centrifugal- och centripetalkraft. Röntgenstrålar. Hvad vet ni om gasers utvidgning i tomrummet? Hvad förstås med ljusets polarisation? Hvilka äro Raoult's lagar? Beskrif försöken med fryspunktsnedsättning och kokpunktsförhöjning. Hur sker en precisionsbestämning af ljudets hastighet i luft? Beskrif registreringsmetoden vid afsändnings- och mottagningsstationen. Enkla exempel på växelströmmar. En växelströms styrka. Värmets mekaniska ekvivalent. Joules experiment. Försök med Morins apparat. Hur verifierar ni fall-lagarna på kurvan? Hur kan man få kvicksilfver att afdunsta vid lägre temperaturen än 300° ? —

III.

Som en motsvarighet till den franska läroplanen återgifves till en början den år 1906 (för realskolan) och 1909 (för gymnasiet) stadiästa svenska undervisningsplanen i fysik, hvilken först läsåret 1909—1910 kunnat fullständigt tillämpas.

Den svenska undervisningsplanen i fysik.

Veckotimplan.

Klass eller ring	Fysik	Frivilliga laborationsöfningar i fysik	Totala antalet undervisningstimmar pr vecka	Fysik (oblig.) i procent af hela timsumman
Klass 4	2	1	30	6,7
» 5	1	1	30	3,3
» 6	2	1	30	6,7
Ring L. I	2	—	30	6,7
» L. II	1	1	31	3,2
» L. III	2	1	33	6,1
» L. IV	2	1 (höstterminen)	33	6,1
» R. I	3	—	30	10,0
» R. II	2	1	31	6,5
» R. III	4	1	33	12,1
» R. IV	3	1 (höstterminen)	33	9,1

»Mål för realskolan (klass 4—6): Undervisningen i fysik i realskolan har till uppgift att bibringa lärjungarna en på egen åskådning grundad, väsentligen genom

induktivt förfarande vunnen, efter deras utveckling afpassad kunskap om naturlagarna och deras tillämpning på det praktiska lifvet.

Mål för gymnasiet (ring I—IV): Undervisningen i fysik på gymnasiet har till uppgift att, till en omfattning som motsvarar real- och latingymnasiernas allmänna bildningsmål, bibringa lärjungarna förtrogenhet med experimentell undersökningsmetod ävensom sammanhängande kännedom om de viktigaste företeelser, erfarenhetslagar och teorier, som tillhöra fysikens olika områden.

Kursfördelningen är följande.

Klass 4. De viktigaste fysiska egenskaperna hos kroppar i olika aggregationsformer; enkla maskiner för mekanisk kraftöfverföring; det allmännaste om värmets.

Klass 5. De enklaste magnetiska och elektriska fenomenen.

Klass 6. Någon utvidgning af kurserna i mekanik och värmelära; de enklaste ljus- och ljudfenomenen; det allmännaste om solsystemet och himlakropparna i öfrigt.

Ring L. I. Mekanikens viktigaste fenomen; det allmännaste om solsystemet och himlakropparna i öfrigt.

Ring L. II. Värmeläran jämte grunddragen af meteorologin.

Ring L. III. Läran om magnetismen och elektriciteten; akustiken eller början af optiken.

Ring L. IV. Akustik och optik afslutade; sammanfattande repetition.

Ring R. I. Mekanikens viktigaste fenomen; det allmännaste om solsystemet och himlakropparna i öfrigt.

Ring R. II. Värmeläran jämte grunddragen af meteorologin; läran om magnetismen; elektrostatik; elektrodynamiken eventuellt påbörjad.

Ring R. III. Elektrodynamik; akustik; optik till och med läran om färgspridningen. Hvar fjärde vecka en uppsats, utarbetad än i hemmet, än på lärorummet.

Ring R. IV. Optiken afslutad; geodynamik; sammanfattande repetition. Hvar fjärde vecka en skriftlig uppsats, utarbetad än i hemmet, än på lärorummet.

1:o. Metodiska anvisningar för realskolan. — Vid undervisningen i fysik bör experimentet jämte dess analys vara hufvudsak. Experimentet bör utföras med noggrannhet, dock utan fordran på högre grad af precision. De teoretiska förklaringar, som äro behöfliga för att lärjungarna skola förstå sammanhanget mellan fenomenen, böra till en början vara af enklaste slag.

Såsom ett oundgängligt villkor för framgången af en undervisning i fysik, grundad på iakttagelser och experiment, erfordras, att läroverket förfogar öfver för denna undervisning särskildt afsedda och lämpligt inredda lokaler samt tillfredsställande samlingar af apparater och utensilier.

De delar af ämnet, som vid undervisningen skola genomgås, böra icke bestämmas med tanke på någon systematisk fullständighet. Endast sådana delar böra medtagas, hvilka, på samma gång de motsvara lärjungarnas ståndpunkt, äga verkligt

värde, vare sig på grund af sin betydelse i naturen eller för det praktiska lifvet eller emedan de äro i särskild grad ägnade att främja lärjungarnas allmänna utveckling och väcka deras intresse för naturen. Läraren bör noga undvika att belasta lärjungarna med onödig minneskunskap.

Enär behållningen af ett arbete ökas, i den mån arbetet utföres själfständigt, är det önskligt, att lärjungarna få tillfälle att själfva anställa lämpliga försök. Till en viss grad kan detta ske därigenom, att läraren vid de försök, som utföras inför klassen under vanliga lektioner, i största möjliga utsträckning begagnar lärjungarnas hjälp.

I de fall, då läroverket förfogar öfver tillfredsställande lokaler och nödiga förutsättningar för öfrigt finnas, må undervisningen till större eller mindre del anordnas såsom laborationsöfningar. Det är att förvänta, att den minskning af kursernas omfång, som i regeln häraf torde blifva följden, skall mer än fullständigt uppvägas af kvaliteten af det genom undervisningen uppnådda arbetsresultatet, hvilket i detta fall i realskoleexamen lämpligast pröfvas genom granskning af de vid öfningarna förda anteckningarna.

Följande mera utförda kursfördelning må anföras till hufvudsaklig ledning.

Klass 4. Bestämningar af absolut och specifik vikt. Försök med fasta kroppar, såsom rörande tyngdpunkten, olika slag af jämvikt; häfstängen, blocket (eventuellt lutande planet). Försök rörande vätsketryck; Arkimedes' princip; (några enkla kapillärphenomen). Försök rörande atmosfärens och instängda gasers tryck; häfverten; pumpar af olika slag. Kroppars utvidgning genom värme; termometern; smältning och stelning; ångbildning och kondensation; (ledning och strålning); ångmaskinen.

Klass 5. Attraktions- och repulsionsfenomen mellan magnetpoler; kompassen. Enkla elektrostatiske försök; elektriska gnistan; åskan; den galvaniska strömmen och dess viktigaste verkningar; induktionsströmmen: dynamomaskinen, telefonen.

Klass 6. (Försök rörande fallrörelsen, centralrörelsen, pendelrörelsen, friktionen). Satsen om kraftparallelogrammen och, såsom tillämpning däraf, teorin för lutande planet; begreppet mekaniskt arbete; mekanikens »gyllene regel». Satsen om arbetets och värmets ekvivalens; energibegreppet. Något om bostäders uppvärmning och ventilation. Synoptiska kartor och, i sammanhang härmed, något om vindarna samt om väderleksförutsägelser. Ljusets reflexion från en plan spegel; ljusets brytning (kvalitativ lag); linser; något om spektra; (mätning af ljusstyrka). Enkla försök rörande ljudet, i den mån tiden medgifver.

En mindre del af den åt fysiken i sjätte klassen anslagna tiden bör ägnas åt en kortfattad kurs i astronomi. För denna kan exempelvis uppställas följande läroplan: de allmännaste företeelserna på himlahalvvet sådana de visa sig för en iakttagare på jorden (de viktigaste stjärngrupperna; himlahalvvet's skenbara dagliga rörelse; solens, månens och planeternas skenbara rörelser); bestämning af tid och ort; den heliocentriska uppfattningen af solsystemet; i sammanhang härmed fenomen, som

bero af jordens vridning kring sin axel; förmörkelser; himlakropparnas naturbeskaffenhet.

Vid undervisningen i astronomi bör det grundläggande vara den direkta iakttagelsen af företeelserna på himlahalvvet. Först sedan genom sådana iakttagelser, planmässigt utförda vid lämpliga tillfällen dels af lärare och lärjungar gemensamt, dels af de senare hvar för sig, under användning tillika af lämplig åskådningsmateriell, såsom stjärnkartor och glober, ett tillräckligt mått af erfarenhetskunskap blifvit förvärfvad, är det lämpligt att öfvergå till företeelsernas förklaring från heliocentrisk synpunkt.

I händelse tid kan afses i femte klassen för behöflig preparation, kan till uppgift för frivilligt feriarbete lämpligen väljas vissa iakttagelser på himlahalvvet, utförda direkt eller med enkla (hemmagjorda) instrument (t. ex. bestämning af nord-symlinjen för den plats, där lärjungen vistas; en serie bestämningar af solens middagshöjd; iakttagelser rörande solens dagliga gång vid midsommartid och vid en annan tidpunkt; orientering på stjärnhimmeln med tillhjälp af stjärnkarta). Det är uppenbart, att utförandet af ett sådant feriarbete skall i hög grad öka värdet af det följande studiet af astronomi.

2:o. *Metodiska anvisningar för gymnasiet. Allmänna synpunkter.* — Såsom hufvudprincip bör fasthållas, att fysiken vid undervisningen behandlas såsom en naturvetenskap, icke såsom en gren af matematiken. I öfverensstämmelse härmed böra iakttagelsen af naturfenomenet samt det verkligen utförda försöket och dess analys utgöra det centrala i undervisningen. Särskildt i fråga om områden af fundamental art böra försöken behandlas med nöjaktig bredd samt, då sådant är möjligt, erhålla karaktär af undersökning.

Försöken böra i regeln utföras med enkla apparater. Anordningarna böra vara öfverskådliga samt, om möjligt, verkställas inför lärjungarnas ögon, helst med lärjungarnas hjälp.

Äfven i en undervisning af hufvudsakligen experimentell karaktär böra mångenstädes ingå kapitel af teoretisk art. Sålunda bör ur den genom iakttagelser och försök vunna kunskapen härledas allmänna begrepp och satser, hvarjämte vissa moment af kursen bättre lämpa sig för en deduktiv än en på experiment grundad framställning. Särskildt måste den geodynamiska kursen i fjärde realringen väsentligen behandlas deduktivt. Åt sådana mera teoretiska delar af kursen i fysik bör ägnas icke mindre omsorg än åt försöken. Endast sålunda kan vinnas klarhet och sammanhang i kunskapen, och det är en viktig uppgift för skolans undervisning att småningom uppfostra till förmåga af abstrakt tänkande. Läraren bör emellertid noga aktgifva på att abstraktionerna icke komma för tidigt, innan ännu ett tillräckligt mått af erfarenhetskunskap blifvit af lärjungarna inhämtadt samt deras tankeförmåga förvärfvat den behöfliga graden af mogenhet.

Med afseende särskildt på de hypotetiska föreställningssätt, hvilka på grund af den betydelse de äga i fråga om uppfattningen äfven af fysikens elementära delar böra erhålla plats i undervisningen, såsom teorierna om värmets och ljusets natur samt den elektrolytiska dissociationsteorin, måste framställningen vara sådan, att deras hypotetiska karaktär klart framträder för lärjungarna.

Vid kursens planläggning i dess olika delar bör man tillse, att lärjungarna icke belastas med alltför stort mått af detaljkunskaper, särskildt af minneskunskaper. Kursen bör på den grund icke i dess helhet genomgå med likformig bredd, utan kunna mindre viktiga delar, t. ex. statisk elektricitet, behandlas jämförelsevis flyktigt, hvarigenom tid kan vinnas för en mera ingående behandling af betydelsefullare moment.

Repetitionen i högsta ringen bör vara öfversiktlig och hufvudvikten läggas på kunskapsstoffets samlande och ordnande, ej på kursens detaljer.

Ehuru det ej kan blifva fråga om meddelande af sammanhängande kunskap i fysikens historia, är det af värde, att den historiska utvecklingsgången beaktas i fråga om vissa för en sådan behandling ägnade moment af lärokursen, hvilka härigenom komma att framstå i klarare belysning, än på annat sätt kan åstadkommas.

Med hänsyn därtill, att gymnasiets kursplaner innefatta delar af fysiken, som varit föremål för studium redan i realskolan, må uppmärksammas, att synpunkten för behandlingen bör vara olika för dessa stadier. I realskolan bör utväljas ett mindre antal enkla fenomen, som studeras hvar och ett för sig experimentellt och med utförlig bredd. En systematisk och i någon mån fullständig kunskap om hela områden bör därstädes icke eftersträvas. För gymnasialstadiet däremot bör förvärfvandet af kunskap af sådan art uppställas såsom mål. Undervisningen på gymnasiet får därigenom en prägel af vetenskaplighet, som undervisningen i realskolan icke bör åsyfta. Läraren bör emellertid icke försumma att för undervisningen tillgodogöra den kunskap rörande speciella fall, som lärjungarna medföra från realskolan. Sådana företeelser, som från realskolan äro lärjungarna bekanta, böra därför behandlas mera kursivt.

Särskilda moment af lärokursen. — Kursen i mekanik i första ringen bör omfatta, förutom de viktigaste statiska fenomenen, äfven enkla stycken ur rörelseläran. Särskildt ägnas härvid omsorg åt studiet af fallrörelsen, som bör behandlas väsentligen experimentellt.

På reallinjen genomgås mekaniken fylligare än på latinlinjen, och större uppmärksamhet ägnas åt tillämpningarna. Reallinjens lärjungar böra förvärfva större säkerhet i lösningen af enkla mekaniska räkneuppgifter.

Beträffande den för första ringen föreskrifna kursen i astronomi hänvisas till de metodiska anvisningar, som gifvits för motsvarande kurs i realskolans sjätte klass; dock uppskjutes lämpligen frågan om himlakropparnas naturbeskaffenhet, tills spektralanalysen blifvit genomgången.

En kurs i grunddragen af meteorologin är förlagd till andra ringen. Delar af denna kurs må emellertid genomgås tidigare eller senare, i händelse detta befinnes lämpligt.

Åt de tillämpningar af energilagen, som möta på olika ställen i lärokursen, bör uppmärksamhet ägnas, på det att lärjungarna småningom må vinna förtrogenhet med denna lag. Såsom utgångspunkt för deduktiv framställning bör den emellertid icke för tidigt användas.

Beträffande elektrokemins behandling på realgymnasiet böra ämneskonferenserna i fysik och kemi samråda.

Fysiska räkneexempel. — På olika områden af den fysiska kursen böra gifvas lämpliga öfningsexempel. De böra hafva till ändamål att från olika synpunkter belysa en eller annan lag, eller gifva öfning i lagens användning, eller utvidga kunskapen i ett eller annat afseende.

Öfningsexemplen böra endast gifvas i fråga om områden, hvilka lärjungarna tillräckligt behärska. Att göra exempelräkningen till det egentligen kunskapsgivande momentet i undervisningen måste betecknas såsom en förkastlig metod.

Exemplen motsvara i regeln bäst sitt ändamål, ifall de äro enkla samt såväl i fråga om innehåll som sifferuppgifter afse fall, hvilka kunna i verkligheten förekomma. Särskildt i fråga om latinlinjen bör exempelräkningen inskränkas till enkla belysande användningar af de viktigaste lagarna. Endast i realgymnasiets högsta ringar må, hufvudsakligen såsom prof på den uppnådda mogenhetsgraden, äfven gifvas exempel af jämförelsevis mera kombinerad art.

Hänsyn till skrifningarna för studentexamen bör vid repetitionen i realgymnasiets högsta ring icke leda till lärjungarnas öfverbelastande med öfningsexempel. I händelse den föregående undervisningen varit väl planlagd och effektiv samt nödig säkerhet i lösning af enkla exempel tidigare af lärjungarna förvärfvats i fråga om de olika områdena af föregående ringars kurser, bör ett dylikt missförhållande också lätteligen kunna undvikas.

Vid de fysiska skrifningarna i tredje och fjärde realringarna kunna lämpligen, omväxlande med räkneexempel, uppgifter gifvas af annan art, såsom redogörelser för utförda försök.

Räkningen bör i olika fall någorlunda motsvara den grad af noggrannhet, som med hänsyn till uppgiftens art och de gifna siffervärdena kan af svaret erfordras. Särskildt gäller detta om beräkningen af resultat, erhållna vid försök under lektionstimmor eller laborationsöfningar. Användning vid lämpliga tillfällen af förkortade räknesätt är därför att förorda. Vid räkning med logaritmer uppnås i de flesta fall tillräcklig noggrannhet med fyrställiga tabeller, hvarför de i regeln böra användas jämte, då sådant är lämpligt, tabeller af annat slag, såsom tabeller öfver kvadrater, kvadratrötter, trigonometriska tal.

Laborationsöfningar i fysik. — Sitt fulla värde erhåller en experimentell undervisningsmetod endast i det fall, att lärjungarna själfva få tillfälle att utföra planmässiga försök. Härigenom åstadkommes en motvikt mot alltför teoretiska studier, och den kunskap, lärjungarna förvärfva genom ett jämförelsevis själfständigt arbete, blir deras egendom i vida högre grad än den, som vinnes genom bokliga studier eller åhörande af en lärares lektioner. En kortare, i fråga om viktigare delar sålunda genomarbetad kurs äger större värde än en vidlyftigare kurs, utan laborationer.

Planen för laborationerna kan tänkas på olika sätt. En lämplig plan är följande. Efter en preparation, som bör omfatta hvad som är behöfligt för ett framgångsrikt arbete, genomarbetas af laboranterna sådana områden af lärokursen, som härför ägna sig, särskildt områden, där försöken äro af kvantitativ art. Därefter upptagas dessa områden till den behandling under lektionstimmarna, som kan vara behöflig för vinnande af säkerhet och sammanhang. Sålunda ställas laborationerna i omedelbart sammanhang med undervisningen i öfrigt, för hvilken de i väsentliga delar komma att utgöra grundlaget. En sådan planläggning förutsätter emellertid, att tillfälle att genomgå en kortare laborationskurs kan beredas äfven de lärjungar, som icke deltaga i de frivilliga laborationerna på tid utom timplanen. I ringar med litet antal lärjungar torde i allmänhet sådant tillfälle kunna beredas genom att för laborationer använda någon del af den på timplanen för fysik upptagna undervisningstiden.

I regeln torde det bli nödvändigt, särskildt i ringar med stort lärjungeantal, att planlägga laborationerna på ett annat sätt än det ofvan omnämnda och mera sidordna dem till undervisningen under lektionstimmarna. Laborationerna böra då hafva till syfte att fördjupa lärjungarnas kunskaper rörande betydelsefulla frågor tillhörande lärokursen. Såsom exempel på försök, hvilka ägna sig för laborationer af detta slag, hvilka i regeln böra vara kvantitativa, må nämnas mätningar af värmemängder, elektrisk strömstyrka, ledningsmotstånd, elektromotorisk kraft, ljudets hastighet, ljusets brytningsexponent o. s. v. Äfven vid laborationer enligt denna plan är det önskligt, att laboranterna sammanhållas i den mån detta är möjligt, så att alla samtidigt få att syssla med samma uppgift eller åtminstone med uppgifter tillhörande samma område.

Önskligt är, att tillfälle beredes lärjungarna att, i den mån det icke redan skett i realskolan, utföra lämpliga serier af meteorologiska iakttagelser.

Då i allmänhet icke obetydlig tid är erforderlig för försökens iordningsställande, äro laborationer, anordnade på dubbeltimmar, mera gifvande än sådana på dubbla antalet enkeltimmar.

De apparater, som komma till användning vid laborationerna, böra vara af enkelt slag. Ehuru försöken, såväl på grund häraf som till följd af laboranternas mindre grad af mogenhet, ingalunda kunna blifva precisionsförsök, böra de utföras med

omsorg, och uppmärksamheten bör alltid vara fästad på graden af resultatens noggrannhet.

Läraren bör vidare tillse, att försöken innebära öfning i praktisk färdighet och bereda omväxling, äfvensom att de teoretiska förutsättningarna för hvarje försök klart framstå för lärjungarna».

*Jämförande
organisatori-
ska anmärk-
ningar.*

Med ledning af föregående framställning skall jag till sist uppdraga några paralleller mellan undervisningen i fysik vid franska och svenska statsläroverk, sedan jag förutskickat ett par allmänna organisatoriska anmärkningar.

Förbigående den omständigheten att Frankrike i viss mening kan sägas hafva realiserat det hos oss ännu öppna problemet om folkskolan som bottenskola — lärjungar från den franska folkskolan kunna ju direkt ingå i lyceets classe de sixième, hvartill vi sakna motstycke i vårt land — stannar jag i stället inför frågan om det franska lyceets delning i tvenne cykler. Jämföres denna tudelning med vår motsvarande i realskola och gymnasium, torde det icke anses för djärft att påstå den förra vara mindre lycklig än den senare. Visserligen är den första cykeln afsedd att meddela ett visst afrundadt helt af kunskaper, men nog måste medgifvas, att åtminstone linjen A knappast kan sägas göra detta, då den ej gifver lärjungarna någon insikt i de för vår tid så viktiga naturvetenskapliga ämnena fysik och kemi. En lärjunge, som ej lämpar sig för fortsatta studier, bör således helst tillhöra B-linjen, men då måste valet träffas redan vid inträdet i classe de sixième (= realskolans klass 3), d. v. s. vid en ålder, då lärjungens anlag i den ena eller andra riktningen väl ännu ej hunnit tydligt framträda. Jämför härmed att motsvarande val hos oss behöfver göras, först då lärjungen skall ingå i klass 6 eller ring I.

Äfven vid öfvergången från den första cykeln till den andra uppstå vissa svårigheter. I classe de seconde C, D kunna nämligen lärjungar, som redan tvenne år (i 4 B och 3 B) studerat fysik och kemi, sammanföras med sådana (från 3 A), för hvilka dessa ämnen äro alldeles nya och hvilka dessutom från föregående klasser medföra mindre kunskaper i matematik än deras kamrater. Läraren nödgas därför anlägga sin undervisning efter de mindre försigkomna lärjungarnas ståndpunkt, ett förfarande som måste betecknas såsom föga tilltalande, äfven om man får förutsätta, att dessa lärjungar i allmänhet äro särskildt intresserade af nämnda ämnen, eftersom de valt den naturvetenskapliga linjen.

Att den första cykeln öfver hufvud blott i ringa mån kan betraktas som ett organiskt helt för sig framgår för öfrigt af dess i stadgan omnämnda tvååriga, språkligt-naturvetenskapliga öfverbyggnad. Det säger sig dock nästan själf, att denna utbyggnad måste hafva svårt att konkurrera med den andra cykeln, som med blott ett års längre utbildningstid leder fram till studentexamen. Den första cykeln pekar

sålunda på den andra såsom sin naturliga fortsättning. Också uppgaf på min förfrågan en lyceirektor, att lärjungarna vid hans skola efter genomgång af classe de troisième nästan undantagslöst fortsätta sina studier på det högre stadiet med »le baccalauréat» som mål. Detta kan så mycket lättare gå för sig, som i det franska lyceet äfven underhålliga lärjungar ofta släppas upp i högre klass. Lyceet är nämligen angeläget om att behålla så många lärjungar som möjligt, emedan dess ekonomi är i hög grad beroende af de dryga terminsafgifterna. Följden häraf blir, att lärarne, särskildt i de högre klasserna, få dragas med en afsevärd tyngande barlast, hvilket åter medför, att i hvardera afdelningen af studentexamen ej mindre än omkring 50 % plåga falla igenom. Af de kandidater, som anmäla sig till första afdelningen af denna examen, är det således endast omkring en fjärdedel, som efter ett år lyckas nå slutmålet. Till detta ogynnsamma resultat bidrager nog också i sin mån studentexamens förläggande till universiteten i stället för till lyceerna själfva, om än bestämmelsen att insätta lyceilärare i examensjuryn är värd allt erkännande. Däremot är studentexamens fördelning på tvenne år säkert ett lyckligt drag, ägnadt att motverka det äfven hos oss öfverklagade mångläseriet.

Vill man närmare jämföra de båda landens undervisningsplaner i fysik, måste först och främst timplanerna bringas i bättre öfverensstämmelse med hvarandra, då ju den franska förutsätter 60-minuters lektioner och ett längre läsår. Jag har därför i följande tabell infört antalet fysiktimmarna pr läsår och samtidigt omräknat de franska lektionstimmarna till svenska 45-minuters timmar. Vidare har det franska läsåret beräknats innehålla 39 effektiva läsveckor, det svenska 36.

Jämförelsepunkter mellan den franska och svenska fysikundervisningen.

Frankrike						Sverige					
	Klass	Lektio- ner	Summa lektio- ner	Labora- tioner (oblig.)	Summa labor.		Klass eller ring	Lektio- ner	Summa lektio- ner	Labora- tioner (friv.)	Summa labor.
1:r cycle	—	—	—	—	—	Real- skola	4	72	—	36	—
	4 B	52	—	—	—		5	36	—	36	—
	3 B	52	104	—	—		6	72	180	36	108
2:d cycle	—	—	—	—	—	Gymna- sium	L I	72	—	—	—
	2 A, B	52	—	—	—		L II	36	—	36	—
	1 A, B phil.	52	—	—	—		L III	72	—	36	—
	—	104	208	—	—		L IV	72	252	18	90
	—	—	—	—	—		R I	108	—	—	—
	2 C, D	104	—	52	—		R II	72	—	36	—
	1 C, D	104	—	52	—		R III	144	—	36	—
	math.	156	364	52	156		R IV	108	432	18	90

Mot nederstadiets 104 fysiklektioner i Frankrike svarar således i Sverige real-
skolans 180 timmar, mot den humanistiska linjens 208 timmar på det franska öfver-

stadiet svarar det svenska latingymnasiets 252 timmar, hvartill dock från realskolans fjärde och femte klasser måste läggas $72 + 36 = 108$ timmar, d. v. s. inalles $252 + 108 = 360$ timmar. På samma sätt erhålles för den franska naturvetenskapliga linjen å öfverstadiet inalles $364 + 104 = 468$ timmar och för det svenska realgymnasiet $432 + 108 = 540$ timmar. Den åt fysiken (oafsedt laborationsöfningarna) anslagna tiden är således för realskolan och latingymnasiet i det närmaste $1\frac{3}{4}$ gånger och för realgymnasiet $1\frac{1}{6}$ gånger så lång som för motsvarande franska bildningslinje. Det senare talet ($1\frac{1}{6}$) torde dock rättare ersättas med $1\frac{1}{2}$, emedan på grund af hvad som anförts å sid. XXXVI de 104 timmarna från första cykeln knappast böra medtagas vid beräkningen af timtalet för andra cykelns reala linje.

Må vi nu jämföra de franska och svenska fysikkurserna. På grund af den franska läroplanens, för öfrigt väl mycket i detalj gående, kursbestämmelser kan man bilda sig en ganska noggrann uppfattning om hvad som läses i fysik vid ett franskt lyceum. Att dessa bestämmelser ej blott existera på papperet, hade jag vid mina auskultationer upprepade tillfällen att konstatera.

Med afseende på det lägre stadiet torde kursen i fysik vara ungefär lika stor i Frankrike som i Sverige. Visserligen upptager den svenska läroplanen energibegreppet, synoptiska kartor och astronomi, som saknas å den franska, men till gengäld studeras öfriga delar i allmänhet utförligare i Frankrike. Så t. ex. fann jag vid besöket i Nancy, att gossarna i 3 B ägde en vida djupare insikt i de elektriska potential- och kapacitetsbegreppen, än hvad som plägar vara fallet hos oss.

Beträffande det högre stadiet ingår ej heller här i den franska fysikkursen någon astronomi, hvilket ämne — säkerligen till förfång för dess karaktär af naturvetenskap — i stället räknas till matematiken i högsta klassen (classe de phil. och classe de math.). I alla händelser måste medgifvas, att de franska fysikpena på detta stadium äro betydligt drygare än motsvarande svenska. Af moment, som icke eller blott undantagsvis torde göras till föremål för behandling i en svensk studentexamen, antecknas för *alla* linjer å »2:d cycle»: kontinuitet mellan vätske- och gastillståndet (Andrews försök), Carnots princip, elektriska svängningar, katod- och Röntgenstrålar, hvartill kommer för den franska reala linjen exempelvis: högre optik, hysteresis, Watts indikator, Raoults lagar. Likaledes äro de i den franska skriftliga studentexamen förekommande fysikproblemen — såsom torde framgå redan af de i det föregående återgifna exemplen — i allmänhet ej så obetydligt svårare än de problem, en svensk studentkandidat har att lösa i sin fysikskrifning.

Hur kan det då vara möjligt för den franske fysikläraren att på den knappa tid, som står till hans förfogande, hinna göra lärjungarna förtrogna med kursen? Visserligen underlättas hans arbete på den reala linjen något därigenom att en ganska omfattande kurs i geomekanik faller under ämnet matematik i classe de math., men icke förty skulle säkerligen hvarje svensk fysiklärare betacka sig för ett liknande uppdrag,

n. b. med användande af vår hevrlistiska frågemetod. I själfva verket så godt som tvingas läraren i Frankrike både af den vidlyftiga kursen och de i regeln stora klasserna (på omkring 30 lärjungar) att taga ämnet mera föreläsningsvis, eller — måhända snarare — faller sig denna metod så naturlig för det franska skaplynnnet, att kursens omfattning rättats därefter. I sin framställning har läraren emellertid att iakttaga bestämmelserna i »conseils généraux», hvilka liksom motsvarande svenska »metodiska anvisningar» starkt betona experimentets centrala plats vid undervisningen och dessutom — med rätta — framhålla, hvilket ypperligt tillfälle fysikläraren har att genom grafiskt återgifvande af fysiska lagar klargöra det viktiga funktionsbegreppet för lärjungarna. Hur skicklig experimentator den franske fysikläraren än må vara, är det dock klart, att han måste hafva mindre garantier att få hela klassen med på ett nytt område, än hvad fallet är med den svenske fysikläraren, som samarbetar vida intimare med sina lärjungar, när det gäller att införa nya delar af kursen.

Tvifvelsutan är det i känslan af den alltför passiva roll, den franska undervisningsmetoden tilldelar lärjungarna, som man i 1902 års stadga föreskrifvit lärjunge-laborationer i fysik, tyvärr dock endast å det högre stadiet och på den reala linjen. Men en stor förtjänst ligger däri, att dessa laborationsöfningar äro obligatoriska. Härvidlag går Frankrike i första ledet bland Europas stater. Öfverallt kunde jag märka, att lärarna ägnade sig med lif och lust åt denna nya gren af sin verksamhet, och de intygade också, att hos lärjungarna nyttan af de praktiska öfningarna i fysik visat sig i ökad intresse och större säkerhet beträffande detta läroämne. I samma riktning uttalar sig i en offentlig rapport en af franska statens fackinspektörer men klagar tillika öfver den bristfälliga fysikkunskapen hos en stor del af den humanistiska linjens studentkandidater. Å andra sidan framhöll för mig en erfaren och af sitt ämne mycket intresserad fransk fysiklärare det ohälsosamma tryck, som studentexamen utöfvar på fysikundervisningen å hela öfre stadiet. Man torde därför kunna draga den slutsatsen, att fysikkursen särskildt på den humanistiska linjen med dess ytterligt få undervisningstimmar i detta ämne är alltför dryg och att äfven här mer än väl behöfdes en motvikt mot det ensidiga teoretiska studiet. Någon tanke på att utsträcka de praktiska öfningarna till öfverstadiets samtliga lärjungar hörde jag dock aldrig uttalas, lika litet som att dylika öfningar skulle vara behöfliga äfven på lågstadiet (classe de 4:e B och classe de 3:e B).

I Frankrike synes man ännu icke fått blicken fullt öppen för vikten af att skolan i sin uppfostrande verksamhet på allt sätt bör uppmuntra, utveckla och leda det själfverksamhetsbegär, som otvifvelaktigt finnes nedlagdt hos gossen och ynglingen. Utom i undervisningsmetoden vid de vanliga lektionstimmarna visar sig denna brist i valet af ämnen för laborationsöfningarna. Här ställas lärjungarna aldrig inför några verkligt nya problem, ss. uppsökandet af det funktionella sambandet mellan af hvarandra beroende fysiska storheter, utan ha i de flesta fall endast att i en formel, återgifvande

en känd fysisk lag, insätta sina försöksresultat för att komma åt värdet af en i formeln ingående fysikalisk konstant. Huru mycket mera sporrande och väckande skulle det ej verka på den unge laboranten, om han till omväxling ibland finge tillfälle att känna något af forskarens glädje vid avslöjandet af en naturlag?

Vissa tecken tyda dock på att man i Frankrike under den senaste tiden börjat inse nyttan, om än icke nödvändigheten, af att förskjuta laborationsöfningarna i ofvan-nämnd riktning. Ty sedan något år pågår därstädes en diskussion om denna sak i den pedagogiska facklitteraturen. Hos oss torde en dylik diskussion vara öfverflödig. Full enighet råder nog bland alla svenska fysiklärare om lämpligheten i det utkast till planläggning af lärjungarnas praktiska öfningar, som återfinnes i de till våra nya undervisningsplaner fogade metodiska anvisningarna och hvarigenom dessa öfningar sättas i ett organiskt samband med kursen för öfrigt. Det alternativa förslaget om öfningarnas sidoordnande till kursen i fysik å gymnasier med stora ringar bär med all rätt karaktären af en nödfallsåtgärd, hvilken bör upphöra, så snart vi tagit steget fullt ut och förvandlat de frivilliga fysiklaborationerna till obligatoriska. Och utan risk borde ju detta steg kunna när som helst tagas af oss, som redan äga flerårig erfarenhet om lärjungeförsök, då fransmännen på en gång vågade införa obligatoriska öfningar, samtidigt som hela undervisningsmetoden omlades i mera experimentellt-induktiv riktning än förut.

Största förtjänsten af att denna frontförändring i Frankrike redan hunnit bära så goda frukter tillkommer den franska fysiklärarkåren, som af öfverordnade myndigheter får betyget att hafva visat ett uppoffrande intresse, när det gällde att omsätta de nya synpunkterna i handling och lefvande lif. Skulle man nu icke ha rätt att vänta samma hängifvenhet för kallet här i landet? Visserligen — men låtom oss jämföra! En fransk fysiklärare är tjänstgöringsskyldig högst 12—14 $\frac{\text{tim.}}{\text{vecka}}$, en svensk 22—28, d. v. s. dubbelt så lång tid. En fransk fysiklärare har en eller flera medhjälpare (préparateur, mécanicien, garçon), en svensk — ingen. Ett franskt lyceum åtnjuter ett efter sin storlek beräknadt fast årsanslag¹⁾ för underhåll och komplettering af den fysiskt-kemiska material- och apparatsamlingen²⁾, ett svenskt allmänt läroverk är i detta hänseende beroende af vederbörande rektors mer eller mindre välvilliga intresse för naturvetenskap.

Uppenbarligen måste det ogynnsamma läge, hvori den svenske fysikläraren sålunda befinner sig, utgöra ett allvarsamt hinder för en mönstergill undervisning å hans sida. Är skolans fysiska apparatsamling otillräcklig, står han lika vanmäktig som

¹⁾ 1500 fr., då lärjungeantalet är omkring 500.

²⁾ Till inköp af dyrbarare apparater kan på särskild begäran extra statsanslag beviljas.

en arbetare utan nödiga verktyg. Är läraren nödsakad att själf utföra allehanda underordnade sysslor, ss. rengöring af materialier, utensilier och apparater samt utförande af gröfre trä- och metallarbeten, förloras en dryg del af hans tjänstgöringsfria tid, hvilken det oaktadt i de flesta fall torde vara alltför knappt tilltagen för att medgifva fullt så grundliga preparationer till fysiktimmarna, som särskildt detta ämne kräfer.

Dylika missförhållanden, hvaröfver tyvärr berättigade klagomål kunna uttalas i vårt land, försvåra tydligen införandet af obligatoriska laborationer i fysik. Härtill kommer den nödvändiga ökningen i veckotimplanen för lärjungarna. Denna ökning verkar dock ej mera afskräckande, än att redan nu ofta inträffar, att *samtliga* lärjungar, äfven i stora klasser eller ringar, deltaga i de frivilliga öfningarna. Jämföres nuvarande timplan (incl. de fysiska laborationsöfningarna) med närmast förut gällande, finner man, att timsommen för alla ämnen i realskolans sex klasser är inalles densamma som i klass 1—6:1 förr eller 179. I gymnasiet erhålles $3\frac{1}{2}$ timme mer än i klass 6:1—7:2 förut eller $129\frac{1}{2}$ timme. Men därvid bör ihågkommas, att i hvardera af tredje och fjärde ringarna intill 6 timmar kunna väljas bort, återstår $117\frac{1}{2}$ eller $8\frac{1}{2}$ timme mindre än förr. Dessutom får ej glömmas, att laborationstimmarna genom sin praktiska karaktär utgöra en hälsosam motvikt mot det myckna teoretiska studium, lärjungarna under sin skoltid måste bedrifva.

Mot åtgärden att utan vidare upphöja de frivilliga lärjungelaborationerna till obligatoriska skulle också kunna invändas, att den innebure ett otillbörligt gynnande af fysiken i förhållande till läroplanens öfriga ämnen. Låtom oss då kasta en blick på tabellerna å sidorna IV och XXIX, där de sista kolumnernas procenttal ge upplysning om den relativa rangplats, fysiken intager i motsvarande klasser på det franska och svenska skolschemat. Vi finna, att denna rang är betydligt högre i de klasser af det franska lyceets öfverstadium, där obligatoriska öfningar förekomma, än i det svenska realgymnasiet, och blir — ss. framgår af en enkel räkning — fortfarande högre, äfven om våra laborationer förvandlas till obligatoriska.

Någon större svårighet att råda bot på öfriga påpekade olägenheter torde ej heller förefinnas. Om vi ännu ej på länge vid våra allmänna läroverk hafva att vänta full motsvarighet till fransmännens »préparateur», »mécanicien» och »garçon», kunna vi lätt nog komma åtminstone ett stycke på väg. Till läroverkets vaktmästare och eldare borde alltid väljas personer, som äro kunniga i trä- resp. metallslöjd och som vore skyldiga att — mot på lämpligt sätt beräknad ersättning — biträda fysikläraren med utförandet af reparationer och enklare apparater. Vidare skulle — också mot lämplig ersättning — kunna öfverlämnas åt den, som har hand om fysiklokalernas städning, att för hvarje dag rengöra och iordningsställa de materialer och enklare apparater, som under dagens lopp varit i bruk vid undervisningen.

Återstår anslagsfrågan och frågan om skälig afkortning af fysiklärarens tjänstgöringstid. Den förra skulle kunna lösas så, att hvarje lärjunges bidrag till biblioteks- och materiellkassan ökades med 1 krona, som ginge till underhåll och utvidgning af den fysiska apparatsamlingen. Härigenom erhöles för ett läroverk med t. ex. 500 lärjungar en summa, som ungefärligen torde motsvara behovet. Vidkommande den andra frågan torde vid beräkning af fysiklärarens tjänstgöring en lämplig norm vara att betrakta en fysiktimme som åtminstone $1\frac{1}{3}$ undervisningstimme. I stället för att en lektors tjänstgöringstid nu kan tänkas omfatta ända till 22 fysiktimmor pr vecka, blefve den enligt nämnda beräkningsgrund reducerad till 16 à 17 timmar. På samma sätt skulle en adjunkts maximitjänstgöring reduceras från 28 till 21 fysiktimmor. Dessa högsta möjliga reduktioner kunna — med K. Öfverstyrelsens medgifvande — göras inom ramen af nu gällande stadga. För öfrigt torde dylika maximoreduktioner sällan eller aldrig komma i fråga, då näppeligen någon lärare undervisar uteslutande i ämnet fysik. En lektor, som nu har exempelvis 11 timmar matematik och 9 timmar fysik i veckan, finge timtalet i fysik reduceradt till 7, d. v. s. tillsammans 18 undervisningstimmar pr vecka i stället för 20.

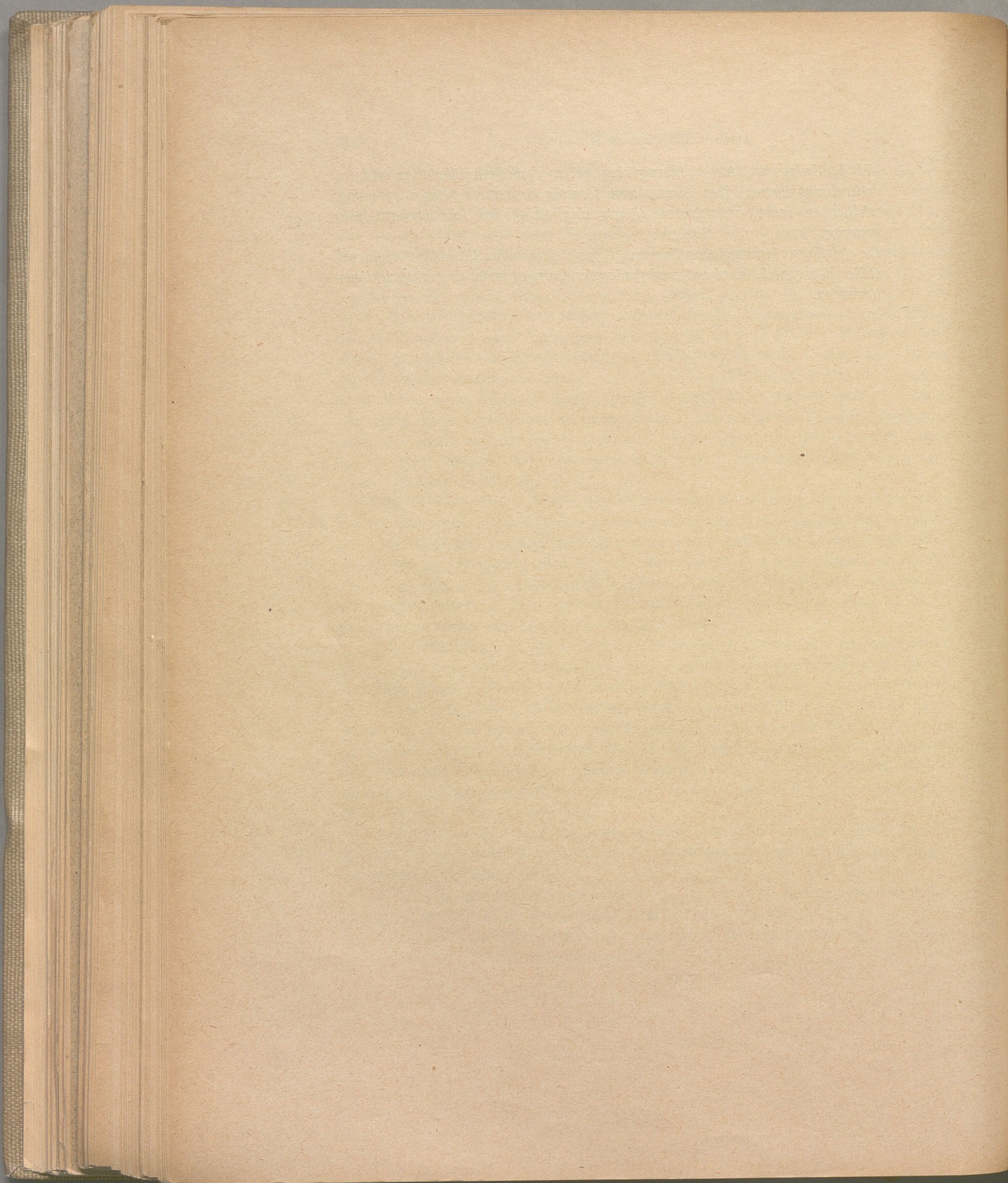
I likhet med hvad fallet är i franska lyceer kräver rättvisan, att den lärare, som ansvarar för vården af läroverkets fysiska materiell- och apparatsamling, får sin tjänstgöringstid ytterligare minskad med en veckotimme. Skall arbetet på den fysiska afdelningen gå sin gilla gång utan störande afbrott, kräfves af föreståndaren en ständig tillsyn, att nödiga förbrukningsartiklar finnas i tillräcklig mängd samt att apparater och öfriga hjälpmedel äro i godt skick. Att uppskatta den tid som åtgår härför till en timme pr vecka, måste anses vara mycket måttligt.

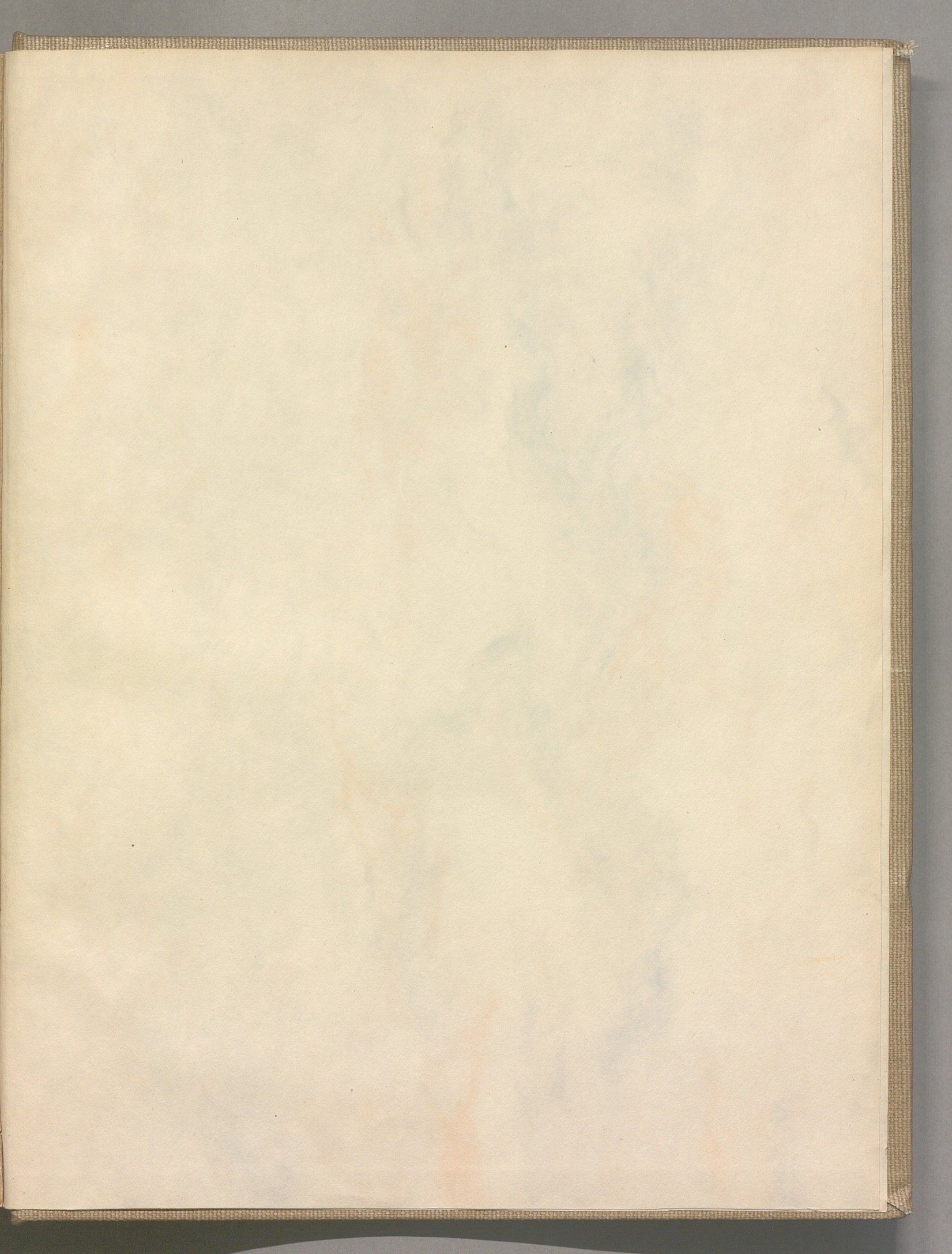
Ett undanröjande i antydd riktning af de värsta stötestenarna på den svenske fysiklärarens bana skulle förvisso icke allenast möjliggöra obligatoriska laborationer i fysik utan jämväl utöfva den lyckligaste inverkan på fysikundervisningen i sin helhet. Ty det lider intet tvifvel, att läraren, befriad från bekymmer öfver en bristfällig apparatsamling, fri från en del rent handtverksmässigt arbete och från öfverbelastning af sitt schema, skulle med fördubbladt intresse och framgång ägna sig åt sitt viktiga värf att fostra den i hans vård anförtrodda ungdomen till själfständigt tänkande, till förstående af orsakssammanhanget i naturföreteelserna — med ett ord till att älska studiet af naturen och dess orubbliga lagar.

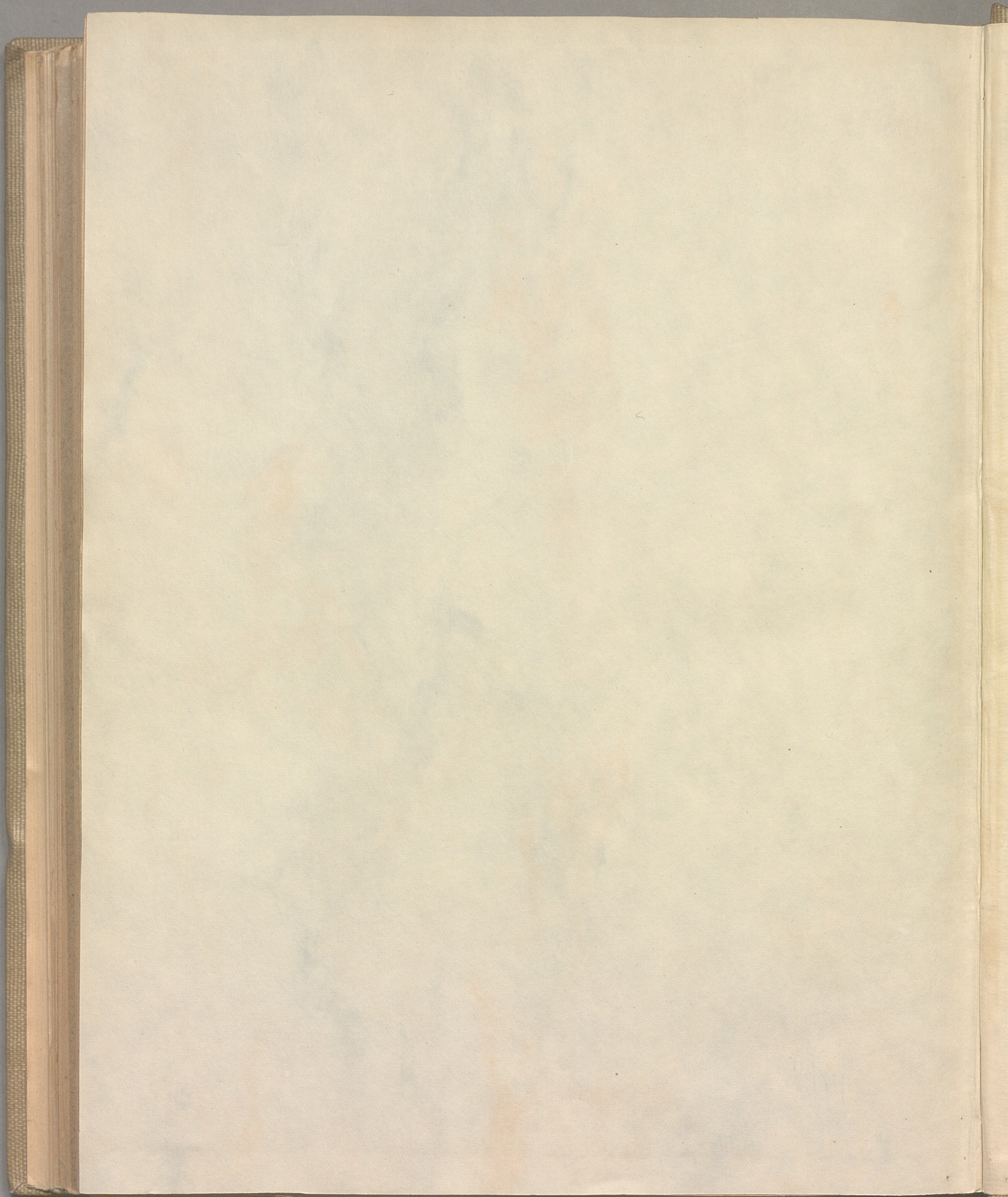
De hufvudsakliga önskemål med afseende på undervisningen i fysik vid våra allmänna läroverk, som framkallats af min studieresa till Frankrike, vill jag slutligen sammanfatta i följande punkter.

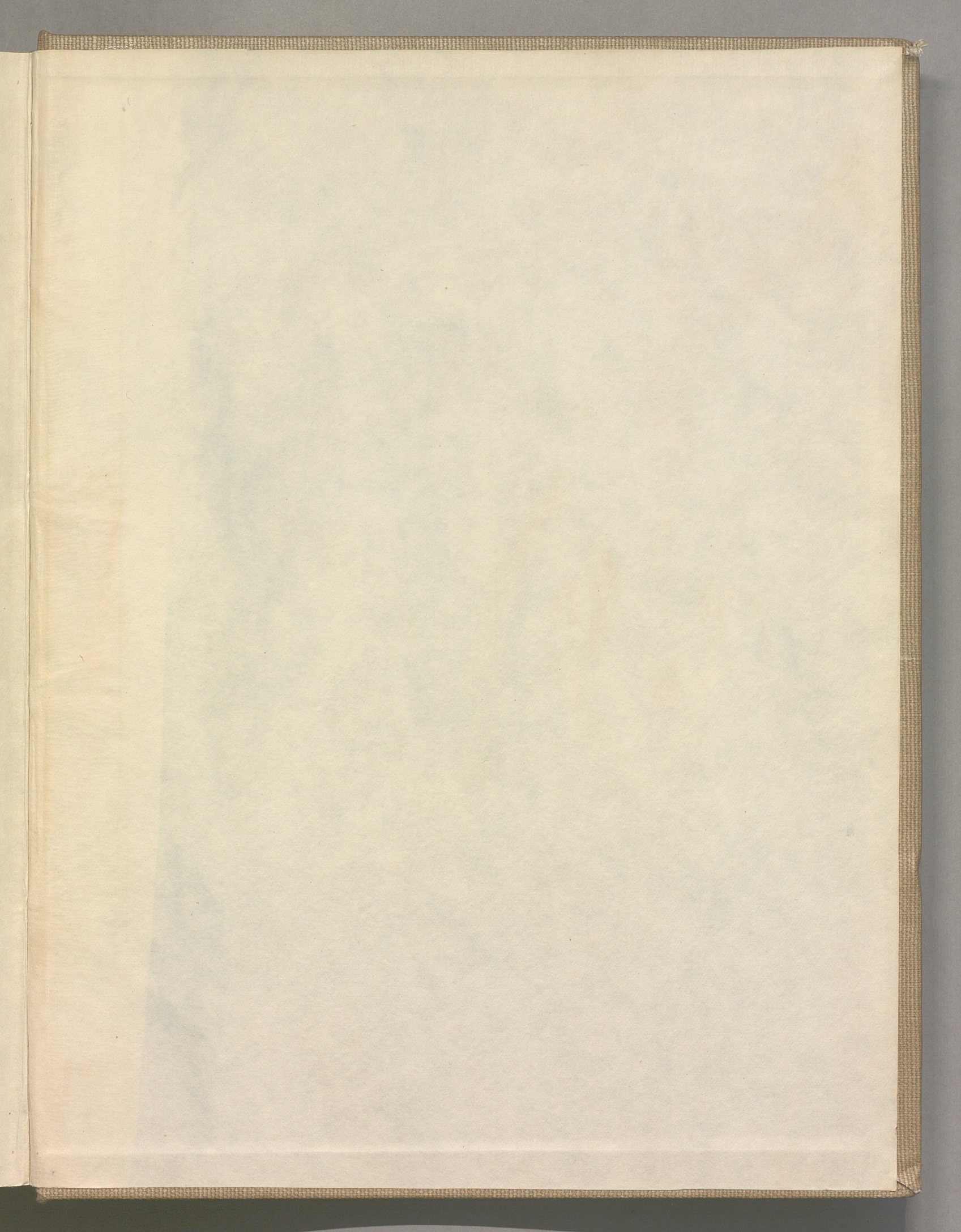
1. Hvarje allmänt läroverk erhåller ett efter antalet lärjungar beräknadt fast årsanslag till fysikmateriellens underhåll och komplettering.
2. Fysikläraren befrias från div. rengörings- och handtverksarbete, hvilket må utföras af läroverkets lägre personal.

3. *Vid beräkning af lärares tjänstgöring må en fysiktimme likställas med $1\frac{1}{3}$ undervisningstimme. Den lärare, som förestår läroverkets fysiska afdelning, erhåller en veckotimmes kortare tjänstgöring, än om han icke innehaft dylikt uppdrag.*
4. *De frivilliga lärjungelaborationerna i fysik förvandlas till obligatoriska och ställas i organiskt samband med fysikundervisningen under de vanliga lektionstimmarna.*









H. A.

Kungl. biblioteket, Stockholm



50001

000 095 401

www.books2ebooks.eu