DISSERTAÇÃO INAUGURAL

E

THESES

QUE SE PROPÕE DEFENDER

Bernardino Luiz Machado Guimarães

1876

DEDUCÇÃO DAS LEIS

DOS

PEQUENOS MOVIMENTOS PERIODICOS PROPRIOS

DA

FORÇA ELASTICA

DEDUCÇÃO DAS LEIS

DOS

PEQUENOS MOVIMENTOS PERIODICOS PROPRIOS

DA

FORÇA ELASTICA

POR

Bernardino Luiz Machado Guimarães

Licenciado em Philosophia
e Socio effectivo do Instituto de Coimbra

COIMBRA
IMPRENSA DA UNIVERSIDADE
1876

AO

SEU MESTRE E AMIGO

O ILL.^{mo} E EX.^{mo} SR.

Doutor Raymundo Venancio Rodrigues

Commendador da Ordem militar de Nossa Senhora da Conceição de Villa-Viçosa,
Lente de vespera, servindo de director da faculdade de Mathematica,
etc., etc., etc.

O. D. E C.

O Auctor.

DISSERTAÇÃO INAUGURAL

PARA O

ACTO DE CONCLUSÕES MAGNAS

NA

FACULDADE DE PHILOSOPHIA

DA

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Pretendemos neste nosso trabalho deduzir as leis dos pequenos movimentos periodicos proprios da força elastica.

Digamos que movimentos são estes periodicos.

Numa classificação rigorosa de todos os movimentos, havemos por certo de encontral-os.

Façamol-a pois.

O movimento é a união do tempo e do espaço.

O espaço dá a sua direcção ao movimento. O tempo e o espaço reproduzem, pela divisão de suas grandezas, a grandeza do movimento.

A direcção do movimento póde, a cada instante, ser longitudinal, transversa ou obliqua.

Assim os movimentos se dividem em longitudinaes, transversos ou obliquos.

A grandeza, ou velocidade, do movimento póde, a cada instante, ser menor ou maior.

Assim os movimentos se dividem em lentos e rapidos.

A direcção do movimento póde, em successivos instantes, ser invariavel ou não. A lei das direcções é, no primeiro caso, a da linha recta; no segundo, a da linha curva.

Por isto os movimentos se dividem em rectilineos e curvilineos.

A velocidade do movimento póde tambem, em successivos instantes, ser invariavel ou não. A lei das velocidades é, no primeiro caso,

$$v = \frac{d\,e}{d\,t} = C;$$

no segundo,

$$v = \frac{d\,e}{d\,t} = f'(t).$$

Pelo que os movimentos se dividem em uniformes e variados.

Estas denominações estão consagradas.

Por isso, e não que as julguemos boas, as empregamos.

Os seus defeitos são evidentes. A primeira não é propria nem precisa: parece antes significar a lei das direcções, e portanto significar de mais, do que a lei das velocidades; a segunda é demasiado extensa: destinada só a abranger as velocidades, póde realmente exprimil-as tanto como as direcções.

Continuemos.

A variação da velocidade póde ser sempre augmentativa — acceleração —, ou sempre diminutiva — retardação —, ou d'umas vezes augmentativa e d'outras diminutiva — acceleração e retardação —; e em todo caso constante ou não. As leis das accelerações são

$$g = +\frac{d\,v}{d\,t} = +C,$$

$$g = +\frac{d\,v}{d\,t} = f''_{+}(t);$$

as das retardações,

$$g = -\frac{d\,v}{d\,t} = -\,C,$$

$$g = -\frac{d\,v}{d\,t} = f'_{-}(t);$$

e as das variações, já augmentativas, já diminutivas, ou das accelerações e retardações,

$$g = \pm\frac{d\,v}{d\,t} = \pm\,C,$$

$$g = \pm\frac{d\,v}{d\,t} = f'_{\pm}(t).$$

Por isto os movimentos variados se dividem em contínuos, os quaes estão comprehendidos nas primeiras ou segundas leis, e periodicos, os quaes estão comprehendidos nas ultimas leis; e uns e outros em uniformemente variados ou não.

Os movimentos periodicos podem ter uma amplitude pequena ou grande.

D'aqui o chamar-se a uns pequenos e a outros grandes.

Lembramos por fim que os movimentos periodicos, como quaesquer movimentos, podem a todo instante ser lentos ou rapidos, para deixarmos consignado que os lentos se chamam oscillações e os rapidos vibrações.

Um movimento periodico produz-se ás successivas e mutuas transformações do movimento uniforme d'uma força instantanea e do movimento variado d'uma força contínua.

Póde porém considerar-se o movimento periodico produzido, ou proprio, como o só movimento periodico da força contínua.

Basta original-o convenientemente.

Tomamos para origem do movimento uma das suas phases de suspensão.

É o que, por mais vantajoso, se costuma fazer.

Não que as origens do tempo e espaço do movimento sejam taes, não; são as que forem no primeiro momento ou no momento actual; mas podemos sempre imaginal-as arbitrariamente fixas, porque possuimos processos de lhe restituir a sua variabilidade, comtanto que em seguida os empreguemos, é claro.

No nosso caso, a força contínua do movimento periodico é a força elastica.

Logo se vê que a lei das direcções, em successivos instantes, dos pequenos movimentos proprios da força elastica é como se fosse a da linha recta.

Exprime-se na formula

$$y = ax + b.$$

Deduzamos a lei das velocidades.

O processo de deducção que deveremos empregar, ha de nos ser dado pela mechanica.

Digamos pois, antes de mais nada, quantos e quaes os processos por que se póde em geral determinar a lei das velocidades d'um movimento.

São tantos quantas as possiveis relações immediatas do tempo decorrido, espaço percorrido, velocidade e acceleração —positiva ou negativa—, excluida a relação, que se pretende, entre a velocidade e o tempo.

Ora o numero das combinações de quatro quantidades, duas a duas, é

$$4C2 = \frac{4 \cdot 3}{1 \cdot 2}$$

$$= 6.$$

Ha por conseguinte cinco processos para deduzir a formula

$$v = f'(t).$$

Mostremos como são.

Se for conhecida a relação entre o espaço percorrido e o tempo decorrido

$$e = f(t),$$

visto como

$$\frac{d\,e}{d\,t} = v,$$

será

$$v = \frac{d\,f\,t}{d\,t} = f'(t).$$

Se for conhecida a relação entre a velocidade e o espaço percorrido

$$v = \varphi(e),$$

porque

$$v = \frac{d\,e}{d\,t},$$

virá

$$d\,e = \varphi\,e\,d\,t,$$

donde

$$e = f\,(t),$$

e portanto

$$v = f'\,(t).$$

Se for conhecida a relação entre a acceleração e o tempo decorrido

$$g = f''\,(t),$$

como

$$g = \frac{d\,v}{d\,t},$$

seguir-se-á

$$v = \int f''\,t\,d\,t = f'\,t.$$

Se for conhecida a relação entre a acceleração e a velocidade

$$g = \psi v,$$

por ser

$$g = \frac{d v}{d t},$$

dar-se-á

$$d v = \psi v d t,$$

por conseguinte

$$v = f' t.$$

Finalmente, se for conhecida a relação entre a acceleração e o espaço percorrido

$$g = F e,$$

em razão de

$$g = \frac{d^2 e}{d t^2},$$

*

virá

$$\frac{d^2 e}{d t^2} = F(e),$$

donde

$$e = f(t),$$

e em conclusão

$$v = f'(t).$$

Eis os processos.

Cumpre-nos agora induzir alguma das leis do movimento que estudamos, propria a determinar, pelo respectivo processo, a lei pretendida das velocidades.

É o que vamos fazer.

Ao movimento proprio da força elastica immediatamente se reconhecem as seguintes leis:

— A força elastica é funcção racional e inteira da distancia do seu logar de inanição ao seu actual logar d'acção.

A força elastica e a distancia, conservando as suas grandezas, mudam reciprocamente de signal.

A força elastica e a distancia são oppostas.—

A primeira lei enuncia-se

$$g = \alpha\delta + \beta\delta^2 + \gamma\delta^3 + \ldots,$$

que a segunda limita a

$$g = \alpha\delta + \gamma\delta^3 + \ldots,$$

que a ultima transforma em

$$g = -(\alpha\delta + \gamma\delta^3 + \ldots).$$

Donde a equação, quando os movimentos proprios da força elastica são pequenos,

$$g = -\alpha\delta.$$

Por esta equação, se houver meio de transformar a distancia em espaço percorrido, poderemos deduzir a lei das velocidades dos pequenos movimentos proprios da força elastica.

Tentemos pois ligar a distancia ao espaço percorrido.

Durante o tempo de meio periodo correlacionam-se estas grandezas, se os movimentos periodicos são pequenos, na formula

$$e = \delta \mp a;$$

significando-se negativamente a metade da amplitude, quando, percorrido já um espaço multiplo par da amplitude, o movimento se dirige no sentido negativo da força elastica, e positivamente, depois d'um espaço multiplo impar, quando o movimento se dirigir em sentido opposto.

Seguia-se substituir na equação

$$g = -\alpha\delta$$

o valor da distancia em espaço percorrido.

Mas aqui notamos nós que, sendo

$$v = \frac{d\,e}{d\,t} = \frac{d\,\delta}{d\,t},$$

tanto podemos vir a conhecer a lei das velocidades dos pequenos movimentos periodicos proprios da força elastica, convertendo a distancia em espaço percorrido, como, inversamente, substituindo o espaço percorrido á distancia.

Preferimos até mesmo a segunda maneira, por mais simples que a outra, como se poderá verificar procedendo por ambas para a comparar.

Nesta opção precisamos, como o indica o processo respectivo, de inferir de

$$g = \frac{d\,v}{d\,t} = \frac{d^2\delta}{dt^2} = -\alpha\delta$$

uma expressão da distancia em tempo

$$\delta = \psi(t),$$

para chegar á lei pretendida do movimento

$$v = \frac{d\delta}{dt} = \psi'(t).$$

Façamol-o.

Será fazer a integração d'uma equação de segunda ordem entre duas variaveis.

Para isso invocamos a regra geral seguinte:

— «Seja

$$T(y'', y) = 0.$$

Como de

$$dy' = y''\,dx,\ dy = y'\,dx$$

se tira

$$y'\,dy' = y''\,dy,$$

resolveremos a proposta em ordem a y'', o que dá

$$y'' = f(y),$$

e substituindo teremos

$$y'\,dy' = f(y)\,dy,\ y' = \sqrt{2\int f(y)\,dy},$$

$$x = \int \frac{dy}{y'} = \int \frac{dy}{\sqrt{2\int f(y)\,dy}},$$

com as constantes arbitrarias das duas integrações (*). »—

Appliquemos esta regra.

No nosso caso é

$$\frac{d\delta}{dt} = v,$$

$$\frac{d^2\delta}{dt^2} = g = -\alpha\delta.$$

(*) *Curso completo de Mathematicas puras* por L. B. Francoeur, novamente traduzido, correcto e augmentado pelos Lentes Cathedraticos da Faculdade de Mathematica na Universidade de Coimbra, Francisco de Castro Freire e Rodrigo Ribeiro de Sousa Pinto — Parte 4.ª: Calculo differencial e Calculo integral.— Coimbra, Imprensa da Universidade, 1858.

Portanto:

— Primeiramente

$$v = \sqrt{2 \int -\alpha \delta \, d\delta},$$

que, por

$$\int -\alpha \delta \, d\delta = -\frac{1}{2} \alpha \delta^2 + \frac{C}{2},$$

introduzida em seu logar a primeira constante de integração, é egual a

$$v = \sqrt{-\alpha \delta^2 + C};$$

mas, porque na origem do movimento periodico á velocidade nulla responde uma distancia positiva ou negativa no valor de metade da amplitude, a constante, arbitraria em geral, define-se

$$C = \alpha a^2;$$

logo

$$v = \sqrt{\alpha} \sqrt{a^2 - \delta^2}.$$

Em seguida

$$t = \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \int \frac{d\delta}{\sqrt{a^2 - \delta^2}},$$

que, por

$$\int \frac{d\delta}{\sqrt{a^2 - \delta^2}} = \text{arc}\left(\text{sen} = \frac{\delta}{a}\right) + C',$$

introduzida no seu logar a outra constante de integração, é egual a

$$\sqrt{\alpha}\, t = \text{arc}\left(\text{sen} = \frac{\delta}{a}\right) + C';$$

mas, porque na origem do movimento ao tempo nullo corresponde uma distancia positiva ou negativa no valor de metade da amplitude, a constante arbitraria define-se

$$C' = -\,\text{arc}\,(\text{sen} = \pm 1)$$

ou

$$C' = -\frac{2n+1}{2}\pi;$$

logo

$$\sqrt{\alpha}\, t + \frac{2n+1}{2}\pi = \text{arc}\left(\text{sen} = \frac{\delta}{a}\right)$$

ou

$$\delta = a \,\text{sen}\left(\sqrt{\alpha}\, t + \frac{2n+1}{2}\pi\right)$$

ou

$$\delta = \pm\, a \cos \sqrt{\alpha}\, t. —$$

Para acabarmos de seguir o processo que, pela sua natureza, o movimento periodico traçou á nossa indagação da lei das suas velocidades, cumpre-nos fazer a derivação algebrica da distancia relativamente ao tempo.

Resulta immediatamente

$$v = \mp\, a \sqrt{\alpha}\, \text{sen} \sqrt{\alpha}\, t.$$

A duplicidade dos signaes quer dizer duas formulas.

Ha effectivamente uma, a indicar a lei das velocidades de metade d'um pequeno movimento periodico, e é

$$v_1 = a \sqrt{\alpha}\, \text{sen} \sqrt{\alpha}\, t,$$

na qual o tempo cresce desde

$$o$$

até

$$\frac{1}{2}T,$$

designando assim metade do periodo do movimento; outra, a indicar a lei das velocidades da metade que vem a perfazer um pequeno movimento periodico completo, e é

$$v_2 = -a\sqrt{\alpha} \operatorname{sen} \sqrt{\alpha}\, t,$$

na qual o tempo cresce tambem desde zero até meio periodo.

Vejamos se será possivel que uma só formula diga tanto como as duas.

Deve ser.

De facto, as duas formulas mostram, transladando as relações espontaneas das duas metades d'um pequeno movimento periodico completo, que, passado meio periodo, no sentido que tal intervallo de tempo tem para nós, a grandeza dos pequenos movimentos proprios da força elastica reproduz-se sempre com signal inverso.

Isto é que a expressão

$$a\sqrt{\alpha}\,\mathrm{sen}\sqrt{\alpha}\left(t+\frac{1}{2}T\right),$$

derivada de

$$a\sqrt{\alpha}\,\mathrm{sen}\sqrt{\alpha}\,t,$$

pela mudança de

$$t$$

em

$$t+\frac{1}{2}T,$$

é o mesmo que

$$-a\sqrt{\alpha}\,\mathrm{sen}\sqrt{\alpha}\,t.$$

Mas, entre movimentos, quando se dér

$$v_1=v_2,$$

ha de verificar-se tambem

$$\int v_1\, dt = \int v_2\, dt$$

e

$$\frac{dv_1}{dt} = \frac{dv_2}{dt}.$$

Logo as condições tão naturaes, que ellas mesmas se propõem, em que se resumem as formulas de grandeza das duas metades d'um pequeno movimento periodico proprio da força elastica, são

$$a\sqrt{\alpha}\,\text{sen}\sqrt{\alpha}\left(t+\frac{1}{2}T\right) = -a\sqrt{\alpha}\,\text{sen}\sqrt{\alpha}\,t$$

e

$$a\,\alpha\cos\sqrt{\alpha}\left(t+\frac{1}{2}T\right) = -\alpha\cos\sqrt{\alpha}\,t$$

e

$$-a\cos\sqrt{\alpha}\left(t+\frac{1}{2}T\right) = a\cos\sqrt{\alpha}\,t,$$

ou

$$\text{sen}\sqrt{\alpha}\left(t+\frac{1}{2}T\right) = -\,\text{sen}\sqrt{\alpha}\,t$$

e

$$\cos\sqrt{\alpha}\left(t+\frac{1}{2}T\right)=-\cos\sqrt{\alpha}\,t,$$

ou simplesmente

$$\sqrt{\alpha}\left(t+\frac{1}{2}T\right)-\sqrt{\alpha}\,t=(2n+1)\,\pi,$$

ou finalmente

$$\sqrt{\alpha}=(2n+1)\frac{2\pi}{T}.$$

Esta condição, introduzida nas formulas

$$v=\pm\,a\sqrt{\alpha}\,\mathrm{sen}\sqrt{\alpha}\,t,$$

reune-as na formula unica

$$v=a\,(2n+1)\frac{2\pi}{T}\,\mathrm{sen}\,(2n+1)\frac{2\pi}{T}\,t,$$

que, como devia ser, dá a dois movimentos, separados por meio periodo de tempo, as velocidades contrarias

$$v_1=a\,(2n+1)\,\frac{2\pi}{T}\,\mathrm{sen}\,(2n+1)\,\frac{2\pi}{T}\,t,$$

$$v_2 = -a(2n+1)\frac{2\pi}{T}\operatorname{sen}(2n+1)\frac{2\pi}{T}t;$$

mas que, quando o intervallo entre dois instantes é de

$$\frac{T}{2(2n+1)},$$

dá tambem

$$v_1 = a(2n+1)\frac{2\pi}{T}\operatorname{sen}(2n+1)\frac{2\pi}{T}t,$$

$$v_2 = a(2n+1)\frac{2\pi}{T}\operatorname{sen}(2n+1)\frac{2\pi}{T}t,$$

o que repugna ao movimento periodico proprio da força elastica, a não ser que

$$\frac{T}{2(2n+1)} = \frac{T}{2},$$

isto é,

$$n = 0.$$

Logo a verdadeira condição, para se reunirem as duas formulas das metades d'um movimento periodico na formula unica d'um movimento periodico completo, é

$$\sqrt{\alpha}=\frac{2\pi}{T}.$$

Donde a lei pretendida das velocidades d'um pequeno movimento periodico proprio da força elastica

$$v=a\frac{2\pi}{T}\operatorname{sen}\frac{2\pi}{T}t.$$

Nesta formula o tempo conta-se até um periodo do movimento.

Mas, quando se muda

$$t$$

em

$$t+nT,$$

sendo

$$n$$

um numero inteiro,

a formula conserva os seus valores, porque

$$a\frac{2\pi}{T}\operatorname{sen}\left(\frac{2\pi}{T}t+n.2\pi\right)$$

é o mesmo que

$$a\frac{2\pi}{T}\operatorname{sen}\frac{2\pi}{T}t.$$

O que mostra que a equação

$$v=a\frac{2\pi}{T}\operatorname{sen}\frac{2\pi}{T}t$$

é sufficiente para exprimir a lei das velocidades, qualquer que seja o tempo decorrido desde a origem do movimento.

Dissemos que podiamos imaginar a principio arbitrariamente fixas as origens de todo movimento periodico, comtanto que depois lhe restituissemos a sua variabilidade.

Vamos fazer esta restituição aos pequenos movimentos periodicos proprios de que tractamos.

Para isso muda-se, applicando um processo conhecido,

t

em

$$t \pm \theta.$$

O que vem a transformar a equação das velocidades dos pequenos movimentos periodicos proprios da força elastica em

$$v = a\frac{2\pi}{T}\operatorname{sen} 2\pi\frac{t \pm \theta}{T}$$

— o intervallo comprehendido entre as origens de tempo chama-se, quando positivo, avanço; senão, atrazo de tempo—; ou em

$$v = a\frac{2\pi}{T}\operatorname{sen} 2\pi\left(\frac{t}{T} \pm \nu T\right),$$

que, fazendo

$$\nu T = (\text{inteiro})\, T + \psi,$$

é o mesmo que

$$v = a\frac{2\pi}{T}\operatorname{sen} 2\pi\left(\frac{t}{T} \pm \psi\right),$$

— a fracção numerica chama-se anomalia —;
ou finalmente em

$$v = a \frac{2\pi}{T} \operatorname{sen}\left(2\pi \frac{t}{T} \pm \varphi\right),$$

— a fracção da circumferencia chama-se phase —.

Do mesmo movimento periodico costuma dizer-se que póde estar em differentes phases.

Vejamos o que se quer significar por isto.

A equação

$$v = a \frac{2\pi}{T} \operatorname{sen}\left(2\pi \frac{t}{T} \pm \varphi\right),$$

depois do tempo

$$\theta',$$

transmuta-se em

$$v = a \frac{2\pi}{T} \operatorname{sen}\left(2\pi \frac{t + \theta'}{T} \pm \varphi\right),$$

que é o mesmo que

$$v = a \frac{2\pi}{T} \operatorname{sen}\left(2\pi \frac{t}{T} \pm \varphi + \varphi'\right),$$

representação das velocidades d'um movimento proprio da phase

$$\varphi + \varphi'.$$

Portanto o que se pretende affirmar é uma imaginaria differença de phases

$$\varphi'$$

entre as velocidades do movimento periodico em dois instantes diversos.

O movimento periodico proprio da força elastica, como é produzido ás continuas transformações dos movimentos d'uma força instantanea e d'uma força elastica da mesma massa, ha de patentear-nos as suas leis de dependencia d'essas forças e d'essa massa.

Determinemos taes leis.

A distancia,

$$\delta = a \cos 2\pi \frac{t}{T},$$

e a acceleração derivada em segunda ordem,

$$g' = -a \frac{4\pi^2}{T^2} \cos 2\pi \frac{t}{T},$$

combinam, como era de esperar, em

$$g = -\frac{4\pi^2}{T^2}\delta.$$

Ora, se

$$\delta = -1,$$

vem

$$g_1 = \frac{4\pi^2}{T^2},$$

ou

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{g_1}}$$

ou

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{f_1}}.$$

Logo o periodo dos pequenos movimentos proprios da força elastica está na razão directa da raiz quadrada da massa elastica, e na inversa da raiz quadrada da força elastica determinada á unidade negativa de distancia.

Por aqui se vê que os pequenos movimentos periodicos da força elastica executam-se, a toda variante de sua amplitude, sempre no mesmo periodo de tempo, são isochronos.

Prosigamos.

A formula das velocidades

$$v = a\frac{2\pi}{T}\ \mathrm{sen}\ \frac{2\pi}{T}t,$$

transcorrido qualquer tempo multiplo como

$$4n + 1$$

d'um quarto de periodo, reproduz constantemente a velocidade maxima do movimento periodico, chamada coefficiente de velocidade,

$$v' = a\frac{2\pi}{T},$$

que é a inicial velocidade do movimento da força instantanea.

Segue-se, por ser

$$v' = \frac{f'}{m},$$

que

$$a\frac{2\pi}{T} = \frac{f'}{m}$$

ou

$$a = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{T}{m} f'.$$

Isto é que a amplitude está na razão directa da força instantanea de cada movimento proprio da força elastica, definido pelo seu periodo.

FIM.

THESES

DE

PHILOSOPHIA NATURAL

CORPO DOCENTE

DA

FACULDADE DE PHILOSOPHIA

Categorias	Nomes	Cadeiras
	Ill.^{mos} e Ex.^{mos} Srs. Doutores:	
Decano	Visconde de Monte-São......	Mineralogia, etc.
Cathedraticos	Conselheiro Miguel Leite Ferreira Leão	Chimica inorganica.
	Joaquim Augusto Simões de Carvalho..............	Agricultura geral, Zootechnia, etc.
	Jacintho Antonio de Sousa ...	Physica (1.ª parte).
	Antonio dos Santos Viegas ...	Physica (2.ª parte).
	Albino Augusto Giraldes.....	Zoologia.
	Manuel Paulino d'Oliveira ...	Chimica organica.
	Julio Augusto Henriques	Botanica.
Substitutos	Francisco Aug.^{to} Corrêa Barata	1.ª e 5.ª
	....	....
	....	....

THESES

DE

PHILOSOPHIA NATURAL

QUE

SOB A PRESIDENCIA

DO

ILLUSTRISSIMO E EXCELLENTISSIMO SENHOR

DOUTOR MANUEL DOS SANTOS PEREIRA JARDIM

Lente de prima, Decano e Director da Faculdade de Philosophia,
Moço fidalgo e Fidalgo cavalleiro da Casa Real,
Commendador da Ordem de Nossa Senhora da Conceição de Villa-Viçosa,
Visconde de Monte-São e veterano da liberdade,
etc. etc. etc.

SE PROPÕE DEFENDER

NA

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

No dia 9 de Junho de 1876

PARA OBTER O GRÁU DE DOUTOR

Bernardino Luiz Machado Guimarães.

Vistas e approvadas.

Miguel Leite Ferreira Leão
Julio Augusto Henriques
Francisco Augusto Corrêa Barata.

Vista a approvação da Faculdade, imprimam-se.

7 de fevereiro de 1876.

Visconde de Monte-São.

Vistas e approvadas.

Miguel Leite Ferreira Leão
Julio Augusto Henriques
Francisco Augusto Corrêa Barata.

Vista a approvação da Faculdade, imprimam-se.

7 de fevereiro de 1870.

Visconde de Monte-São.

A

MEUS PAES

AVÓS

TIOS E IRMÃO

Chimica

O estado nascente é uma ficção inutil e prejudicial á sciencia.

A atomicidade explica tanto as combinações moleculares como as combinações atomicas.

O principio thermo-chimico do trabalho maximo estabelece toda a estatica das dissoluções salinas.

Os compostos organicos dividem-se em duas series parallelas: a serie gorda e a serie aromatica.

Ás substancias córantes hydrocarbonadas devem attribuir-se funcções chimicas analogas ás dos assucares.

As analogias do enxofre com os compostos fulminantes do azoto explicam a anomalia de combinação inversa.

Physica

A gravitação universal é devida ao ether.

Não é lei limite a de Mariotte.

A electricidade atmospherica distribue-se como a temperatura á superficie do globo.

Deduz-se da fórmula de Laplace,

$$f = \frac{k \, ds \, \text{sen} \, \varphi}{r^2},$$

as leis da electro-dynamica e da inducção.

Demonstra-se mecanicamente o principio thermo-dynamico de Carnot.

Os corpos de *côres superficiaes* produzem dispersões anomalas.

Zoologia e Geologia

O crescimento e a reproducção são phenomenos de nutrição.

A variabilidade e a hereditariedade, nas condições de lucta para a existencia, produzem a selecção natural.

As raças humanas são principalmente caracterisadas por differenças de linguagem e cabellos.

Affirmamos a unidade de constituição e evolução *geologica* do systema solar.

Interpretamos pela theoria de Carpenter a influencia do gulf-stream sobre o clima da Europa.

Preferimos, na determinação das rochas, o methodo dichotomico de Estanislau Meunier.

Botanica e Agricultura

Os actos de movimento nos vegetaes são devidos a causas mecanicas.

Defendemos a classificação genealogica das plantas.

Os lichens são cogumelos parasitas d'algas.

Acceitamos a theoria mathematica de Mauricio Levy sobre o equilibrio das terras sem consistencia.

O melhoramento das raças domesticas depende essencialmente das allianças consanguineas.

Á livre troca oppomos a balança do commercio.

COIMBRA — IMPRENSA DA UNIVERSIDADE

IMPRENSA
DA
UNIVERSIDADE