



Em VISTO 5/12/73
[Handwritten signature]

MICROFOTOMETRIA DA NEBULOSA SACO DE CARVÃO

Heloísa Maria Castro Boechat

1973

Orientador: Profe. José Augusto Barque de Nazareth

INTRODUÇÃO

Com o objetivo de ampliar o conhecimento das nebulosas escuras de nossa galáxia, e pela grande importância de seus efeitos / na estrutura galáctica, propomos um estudo das distribuições de suas densidades, através de técnicas microfotométricas.

As nebulosas escuras são formadas de grãos e gases, cuja / composição química inclui o hidrogênio, hélio, oxigênio, cálcio, partículas de grafite (formadas nas estrelas ricas em carbono de classe N e que foram injetadas no meio interestelar, de acordo / com F. Hoyle e N. C. Wickramasinghe), e etc.

Os grãos (ou poeira) interestelares em forma nebular se manifestam através do avermelhamento e da polarização da radiação, já os gases induzem absorções seletivas em bem definidos comprimentos de onda. Isto, evidentemente, no intervalo ótico do espectro eletromagnético.

Tais nebulosas, que são um caso particular da matéria no espaço interestelar, são objetos mais densos, bloqueando ou refletindo a luz das estrelas, prejudicando o estudo da distribuição / estelar e principalmente um conhecimento mais detalhado do centro da Galáxia.

Elas se apresentam como massas escuras que, em presença de nebulosas brilhantes vizinhas ou campos estelares mais distantes, realizam um impedimento, total ou parcial, da passagem da luz dos emissores.

Possuem formas extremamente variadas, porém, algumas apresentam geometrias elipsoidais ou quase esféricas, estas últimas / tendo sido denominadas por B. J. Bok e E. Reilly de glóbulos.

As nebulosas escuras são encontradas principalmente nas proximidades do plano galático (a maioria no intervalo de mais ou menos 20° de latitude galática, segundo J. Dufay).

Finalmente, é razoável admitir que o fato desses corpos não serem emissores coloca graves dificuldades nas análises de suas / estruturas e comportamentos dinâmicos. Do confronto desses problemas com a importância que as nebulosas possuem, nasceu o presente estudo.

Heloísa Maria Castro Boechat

Heloísa Maria Castro Boechat

ÍNDICE

Plano de Estudo	pag. 1
1. Área Escolhida	1
2. Justificativa da Área Escolhida	1
3. Processo	2
4. Teste Experimental	3
Traço Microfotométrico da Nebulosa do Cone	6
Distribuição de Densidades no Diapositivo	21
Traço Microfotométrico da Nebulosa Cabeça de Cavalô	22
Passagem Isolada pela Nebulosa do Cone	32
Bibliografia	33

PLANO DE ESTUDO

1) Área Escolhida

A área escolhida para o estudo é a nebulosa do Saco de Carvão, pouco referida na literatura, por ainda não ter tido um tratamento mais intensivo, em termos de pesquisas. Logo, não existem muitos dados específicos que propiciem maiores informações sobre o objeto em questão.

É uma das mais notáveis nebulosas escuras e está situada numa região desprovida de nebulosidades brilhantes. Ela é observada em contraste com o campo geral da Via Láctea ao seu redor.

O Saco de Carvão se acha no hemisfério sul celeste a uma distância de 123 pc, aproximadamente, cobrindo uma área em torno de $20^{\circ} \times 20^{\circ}$ e cujos intervalos de coordenadas são, em AR (1950,0) de 12h 50m a 13h 30m e em DEC (1950,0) de -61° a -66° . Está entre as nebulosas mais próximas do Sol.

Seu poder de bloquear a luz das estrelas mais afastadas é de 60 a 70% (de 1 a 1,3 magnitudes). Sua massa total é de, pelo menos, 100 vezes a massa do Sol.

É registrado nas observações visuais como uma nuvem intensamente negra. Observações telescópicas revelam facilmente a presença de numerosas estrelas na mancha escura do Saco de Carvão. Uma longa exposição fotográfica mostra que há uma média de um terço do número de estrelas débeis dentro da nebulosa, em relação às áreas adjacentes de mesmo tamanho, ou seja, há três vezes mais estrelas fora dela do que dentro da mesma, para as maiores magnitudes.

A nebulosa não é tão escura como aparenta ser. Esta é uma impressão provocada pela presença de estrelas próximas, tornando-a mais escura do que realmente é. Da mesma forma que as manchas solares, as quais são brilhantes, mas por terem temperaturas inferiores ao disco solar, aparecem negras.

2) Justificativa da Área Escolhida

Do que conseguimos verificar na bibliografia disponível, as análises microfotométricas têm sido intensivamente aplicadas no traçado de isofotos de nebulosas brilhantes, galáxias e, em menor grau, cometas. Não observamos nenhuma referência de suas utilizações às nebulosas escuras. Contudo, foi possível mostrar (ver gráficos anexos) que esta técnica também permite obter distribuições de densidades nas nebulosas escuras, distribuições essas que constituem um dos mais importantes resultados decorrentes da microfotometria de fontes estendidas.

Trata-se, portanto, de extrapolar processos já razoavelmente bem definidos para uma classe de objetos nos quais, ao que tudo leva a crer, eles ainda não foram utilizados, ou pelo menos, não sistematicamente.

Razão adicional é que o Saco de Carvão está posicionado em altas declinações negativas, tornando-o um objeto particularmente conveniente para futuros estudos detalhados no Observatório de Montanha, em Brasópolis.

3) Processo

A classe de objetos com imagens focais extensas sobre uma placa apreciavelmente maior que de uma fonte pontual, inclui nebulosas planetárias, escuras, brilhantes, galáxias, etc.

São fundamentais as informações sobre o brilho total integrado e cores, bem como forma, distribuição de intensidades relativas ou absolutas sobre a superfície e extensão total do objeto, ambos em luz integrada e para regiões espectrais seletivas.

A extensão de uma imagem nebular numa placa fotográfica pode ser estimada pela inspeção visual da placa ou através do traço do microfotômetro, esta última forma sendo mais precisa.

As magnitudes das nebulosas são obtidas pela medida das densidades da imagem.

A distribuição da brilhância é dada pelas isofotos, que são os contornos de superfícies de mesma brilhância, dentro do objeto extenso em questão.

As isofotos são obtidas através do traço do microfotômetro, plotando-se os pontos de densidades (de placas) constantes das várias secções da imagem nebular. Operação seguida de uma calibração pela comparação com uma sequência de marcas microfotométricas de densidades conhecidas. D. S. Evans obteve isofotos de numerosas nebulosas planetárias e elíticas, em várias cores, pelo convencional traço do microfotômetro.

Utilizaremos o mesmo processo na determinação dos contornos de densidades constantes nas nebulosas escuras, fazendo algumas proposições necessárias.

Teoricamente o número de ftons que se pode observar numa dada linha de visada depende, evidentemente, da quantidade de fontes situadas ao redor da linha, ou sobre ela. Essa densidade de ftons, nas diversas regiões galáticas, depende também da presença de materiais absorventes situados ao longo de tais direções.

Dessa forma, ainda teoricamente, é possível distinguir regiões que apresentam diferentes densidades do meio interestelar. Em outras palavras, a intensidade da radiação de "fundo", é uma

função da posição e da distância.

A grande área coberta pela nebulosa do Saco de Carvão não é homogênea, o que pode ser observado por mera inspeção visual. Assim também não serão homogêneas as suas transferências, fator / obviamente ligado à anisotropia da distribuição da matéria que compõe o objeto.

São tais nuances que tentaremos detetar através das altas / sensibilidades do microfotômetro.

4) Teste Experimental

A grande dificuldade de nossas proposições não se situou na construção da hipótese anterior: o instrumento é capaz de registrar variações de densidades nas nebulosas escuras, ou pelo menos, nas mais próximas. O maior problema foi quanto à utilização do microfotômetro para a obtenção de curvas de equidensidades, isto / porque, em primeiro lugar, no Observatório do Valongo até hoje / não se fez esse tipo de estudo, e depois, não existe bibliografia, tanto quanto conseguimos verificar, que faça uma discussão completa (ou mesmo parcial) sobre a construção dessas curvas. Algumas / informações a respeito das operações foram prestadas por José Adolfo S. de Campos, que em anterior viagem à observatórios argentinos apenas presenciou por momentos o levantamento de isofotos.

A partir de tais conhecimentos superficiais tivemos que tentar, numa operação lenta e delicada, a melhor maneira de chegarmos ao resultado final, quanto às curvas de equidensidades. Objetivo que, temos a certeza, ainda não foi atingido devido à impossibilidade, como veremos a seguir, de obter fotografias de objetos já estudados por essas técnicas, melhor e mais seguro meio de verificarmos se nossas conclusões são corretas.

Não foi possível obter uma fotografia direta do Saco de Carvão neste segundo semestre, quando definimos o projeto. O céu do Rio de Janeiro não permite grandes exposições, e estação experimental de Brasópolis não pôde ser preparada para este tipo de trabalho em tempo útil. Dessa forma tivemos que nos contentar com um diapositivo de nebulosa construído para fins comerciais e não / científicos, e mesmo assim não se trata de diapositivo do Saco de Carvão.

Apesar disso, um teste não muito detalhado (por inútil) foi realizado com a nebulosa do Cone em primeiro lugar.

Foram realizadas 15 passagens da fenda sobre o diapositivo, para os seguintes parâmetros instrumentais:

velocidade do carro - 2,4 mm/min ;

velocidade do papel - 30 mm/min ;

filtro - 12,5%;
 cunha - 100%;
 altura da fenda - 4 mm;
 largura da fenda - 0,40 mm
 coordenadas do carro - $x=117$ mm
 $y= 8$ mm.

Nenhuma atenção especial foi dada à escala de densidades do traço, isto porque calibrações posteriores indicariam os valores reais para qualquer intervalo máximo e mínimo das deflexões escolhidas. Essas calibrações sendo feitas pelos traços de fontes na mesma placa e com magnitudes conhecidas.

Os traços resultantes são apresentados nas páginas 6 a 20. Na página 21 é apresentado um plote de diferentes leituras das deflexões construído do seguinte modo: as varreduras realizadas e numeradas de 1 a 15, estão indicadas no eixo vertical do diagrama da página 21, separadas arbitrariamente de 1 cm. O eixo horizontal fornece apenas uma medida da extensão de cada passagem. A intervalos de 0,5 cm, também arbitrário, foram construídas retas/verticais, tal que o cruzamento das linhas verticais com as horizontais corresponderia a pontos do traço microfotométrico. A cada um desses pontos fez-se equivaler letras entre A e M, onde A indica pontos do traço que estão situados entre 0 e 1 cm (intervalo/arbitrário) acima do eixo horizontal e analogamente para B, C, etc, como indicado a seguir.

0cm a 1cm	- A
1 a 2	- B
2 a 3	- C
3 a 4	- D
4 a 5	- E
5 a 6	- F
6 a 7	- G
7 a 8	- H
8 a 9	- I
9 a 10	- J
10 a 11	- K
11 a 12	- L
12 a 13	- M

Futuramente, na realização da pesquisa, para se obter uma maior precisão na distribuição da densidade, será preciso uma padronização de intervalos menores.

Para fins de comparação processou-se o diapositivo da nebulosa Cabeça de Cavallo. Os correspondentes são apresentados nas páginas 22 a 31.

Desses dois traços, pode-se observar a grande impropriedade da utilização de tais diapositivos. É evidente a alta homogeneização das imagens dos objetos, tendo sido eliminada uma quantidade/muito grande de detalhes estruturais. Como confirmação desta afirmativa, os parâmetros do instrumento foram alterados para os novos valores:

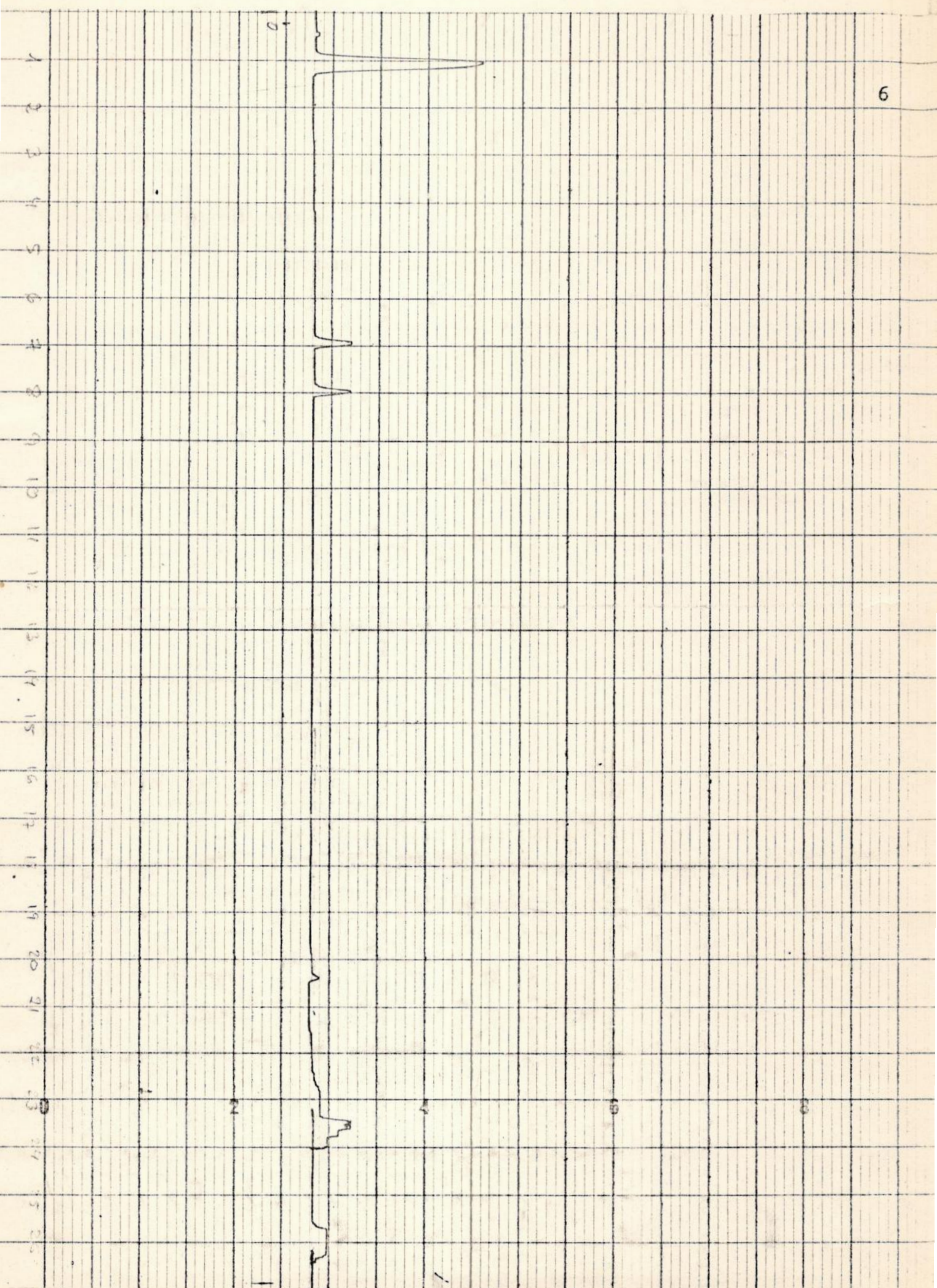
velocidade do carro - $0,4 \text{ mm/min}$;
 velocidade do papel - 1 mm/min ;
 filtro - $12,5\%$;
 cunha - 100% ;
 altura da fenda - 2 mm ;
 largura da fenda - $0,50 \text{ mm}$
 coordenadas do carro - $x=121 \text{ mm}$
 $y= 13 \text{ mm}$,

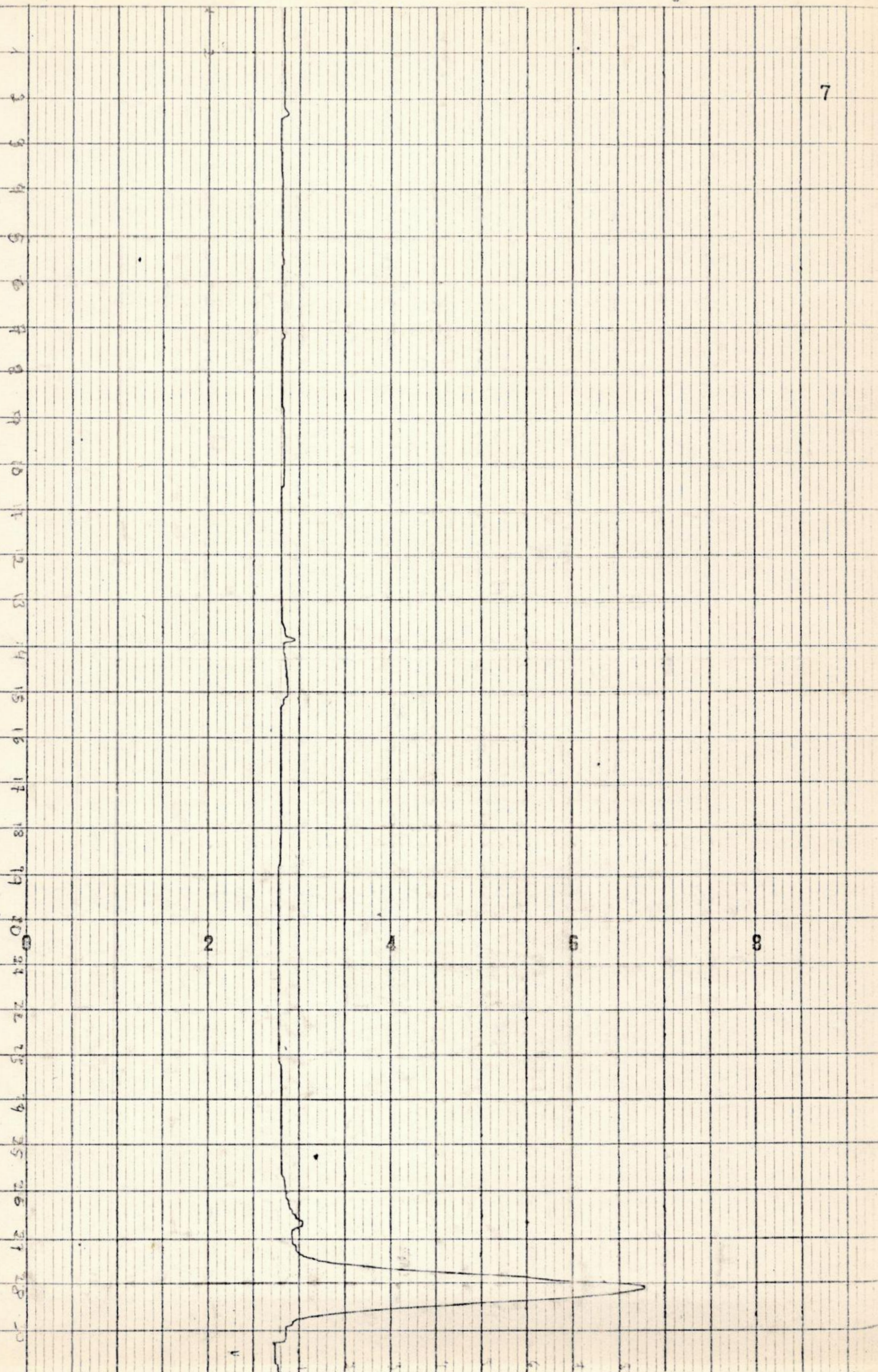
e realizamos uma só passagem pela nebulosidade escura do Cone. Neste caso, alguma variação pode ser percebida (página 32), mas ainda assim a riqueza de detalhes sugerida por certos autores, como D. S. Evans, não é perceptível.

De qualquer forma, os levantamentos feitos foram suficientes para indicar a continuidade do trabalho, agora em bases mais técnica, e tão seja possível.

Finalmente, cabem uma ressalva e uma proposição. Obviamente, antes que a obtenção de traços microfotométricos possa ser feita, é necessário uma pesquisa que determine o material fotográfico mais conveniente, bem como tempos de exposição e demais parâmetros de laboratório fotográfico. Quanto à proposição, é teoricamente possível que análises de isofotos obtidas de fotografias sucessivas, espaçadas a intervalos que só podem ser especificados pela experiência, sejam capazes de revelar variações locais de densidade, para fixados pontos da imagem, um tipo de movimento ainda não estudado.

Helouisa Bolchet





1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

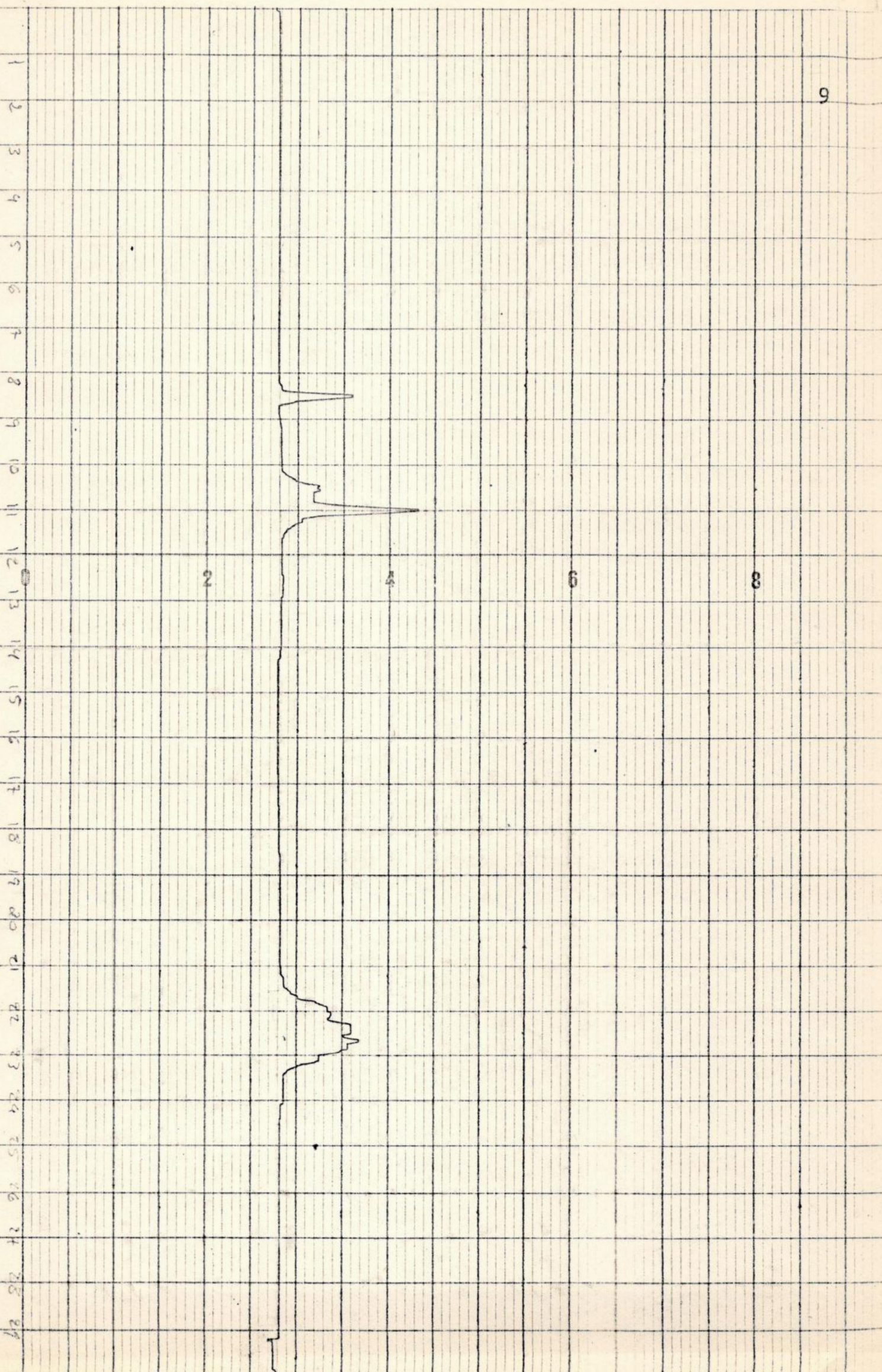
2

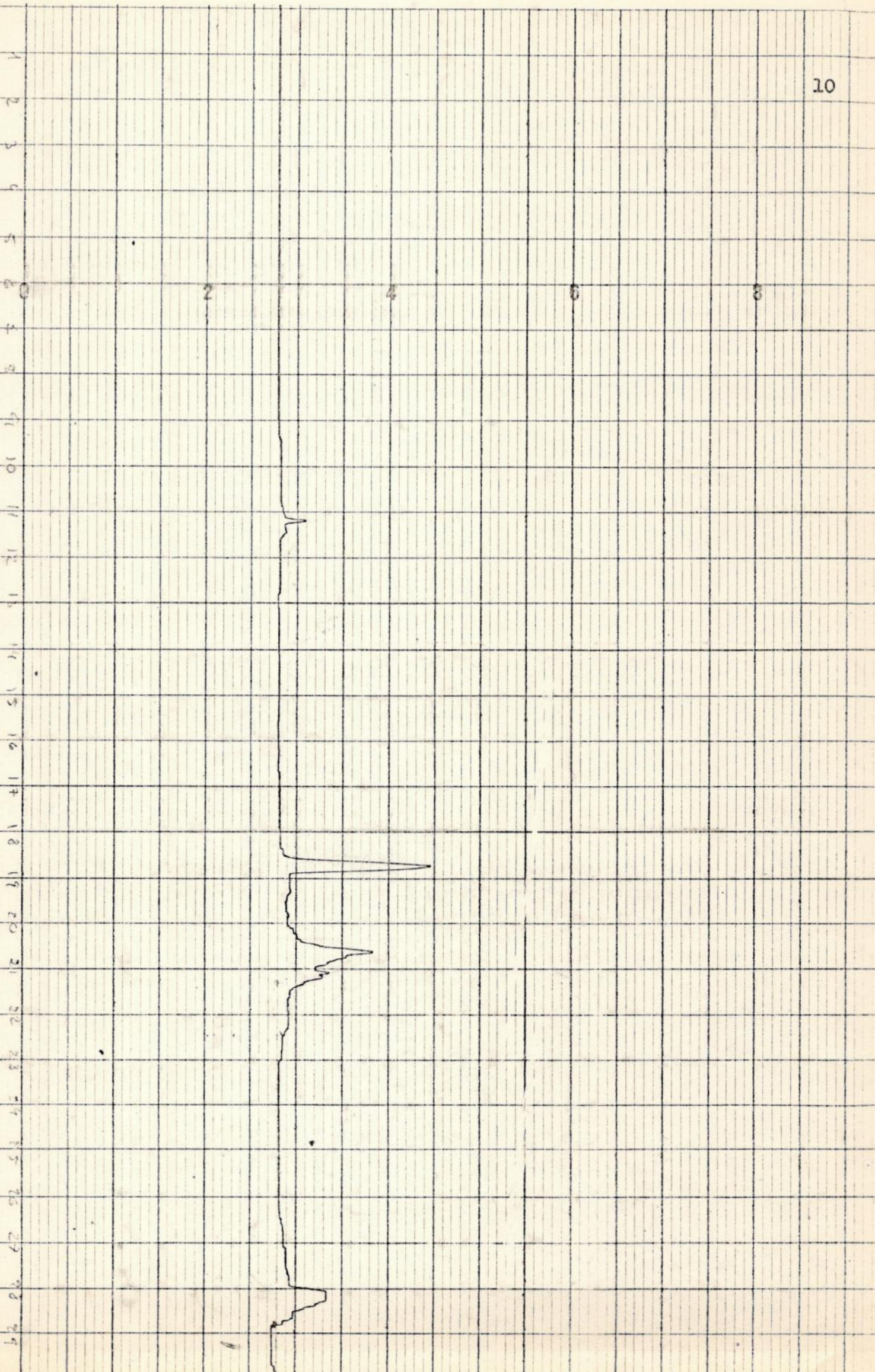
4

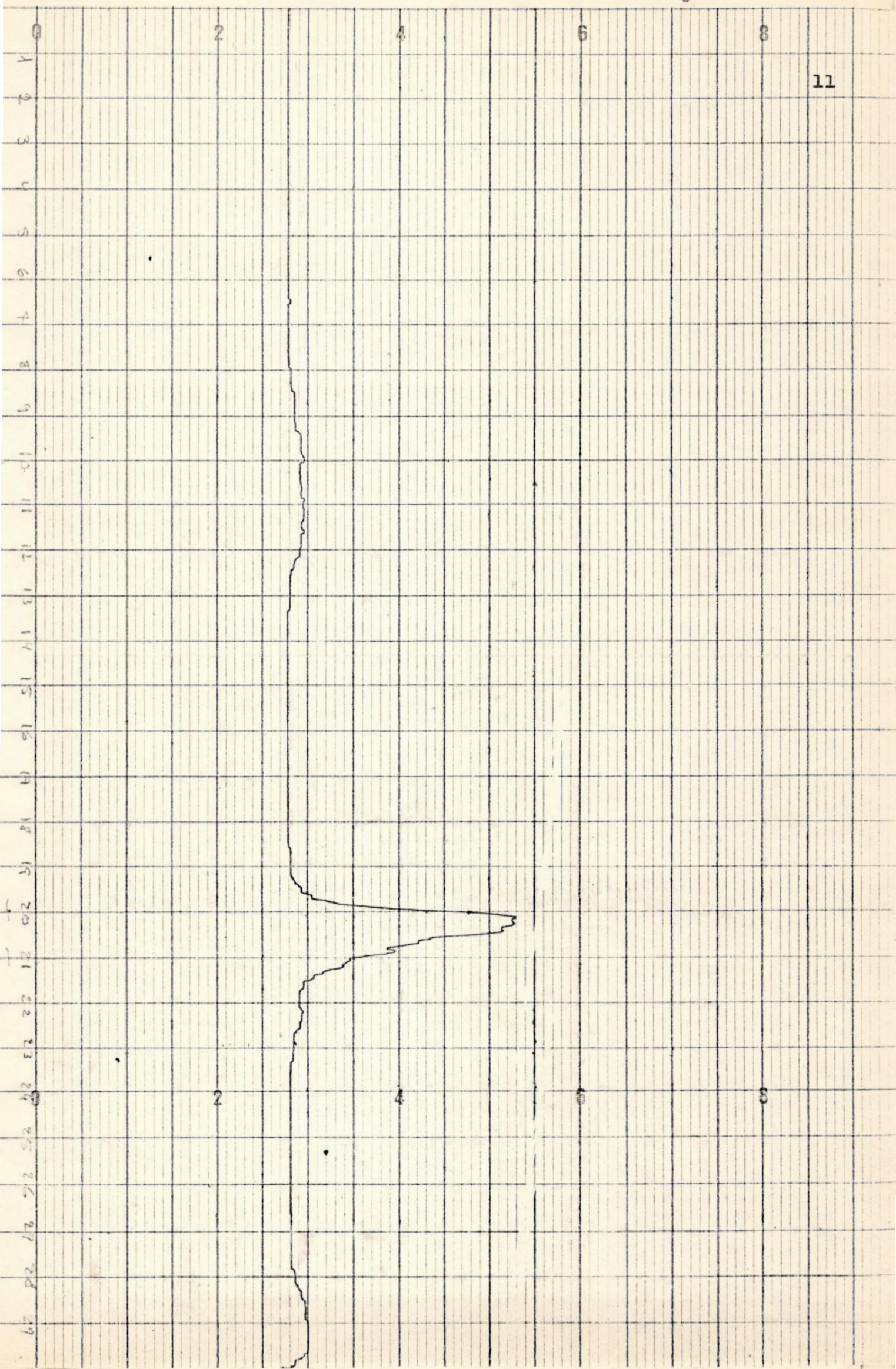
6

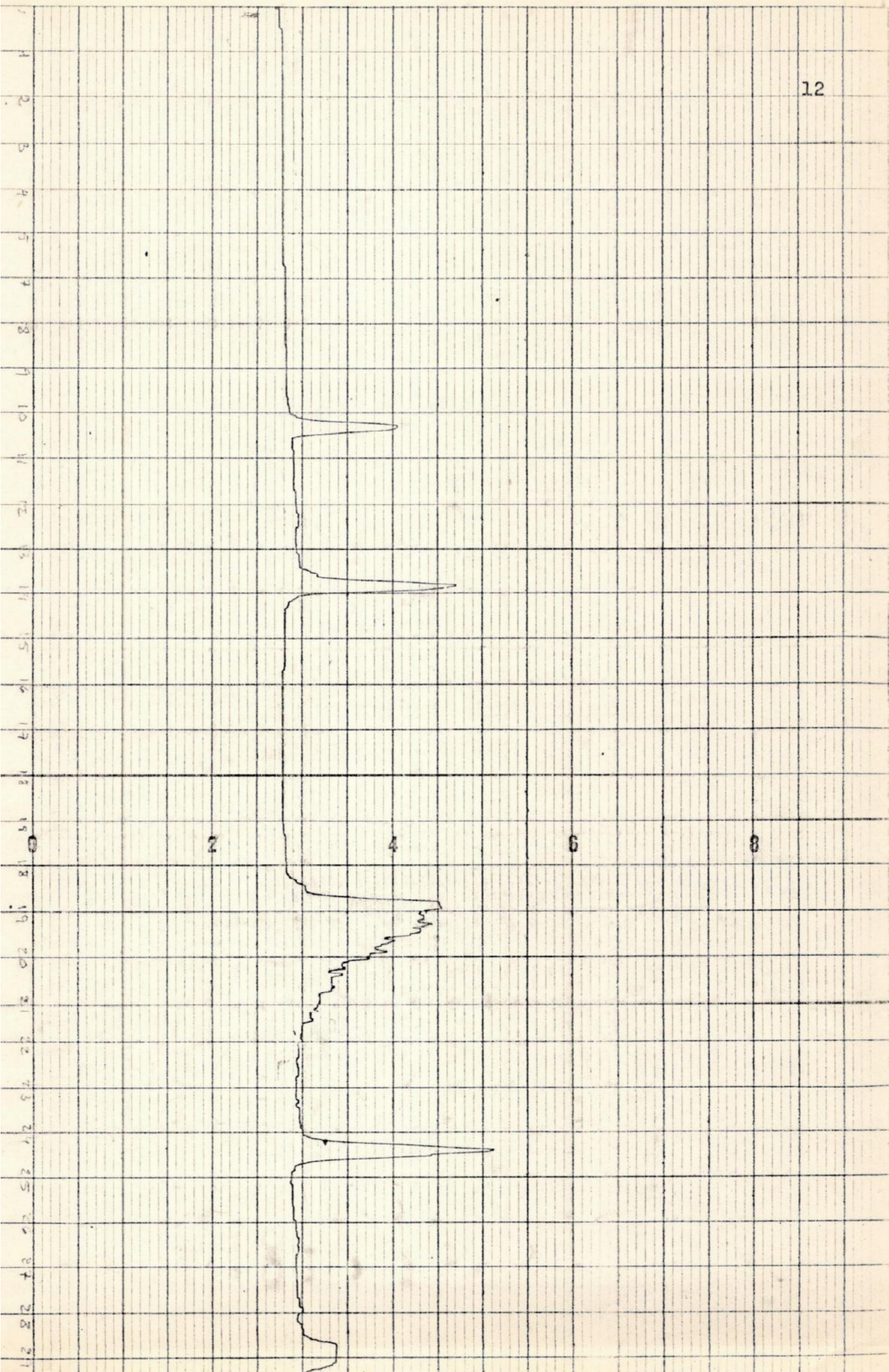
8

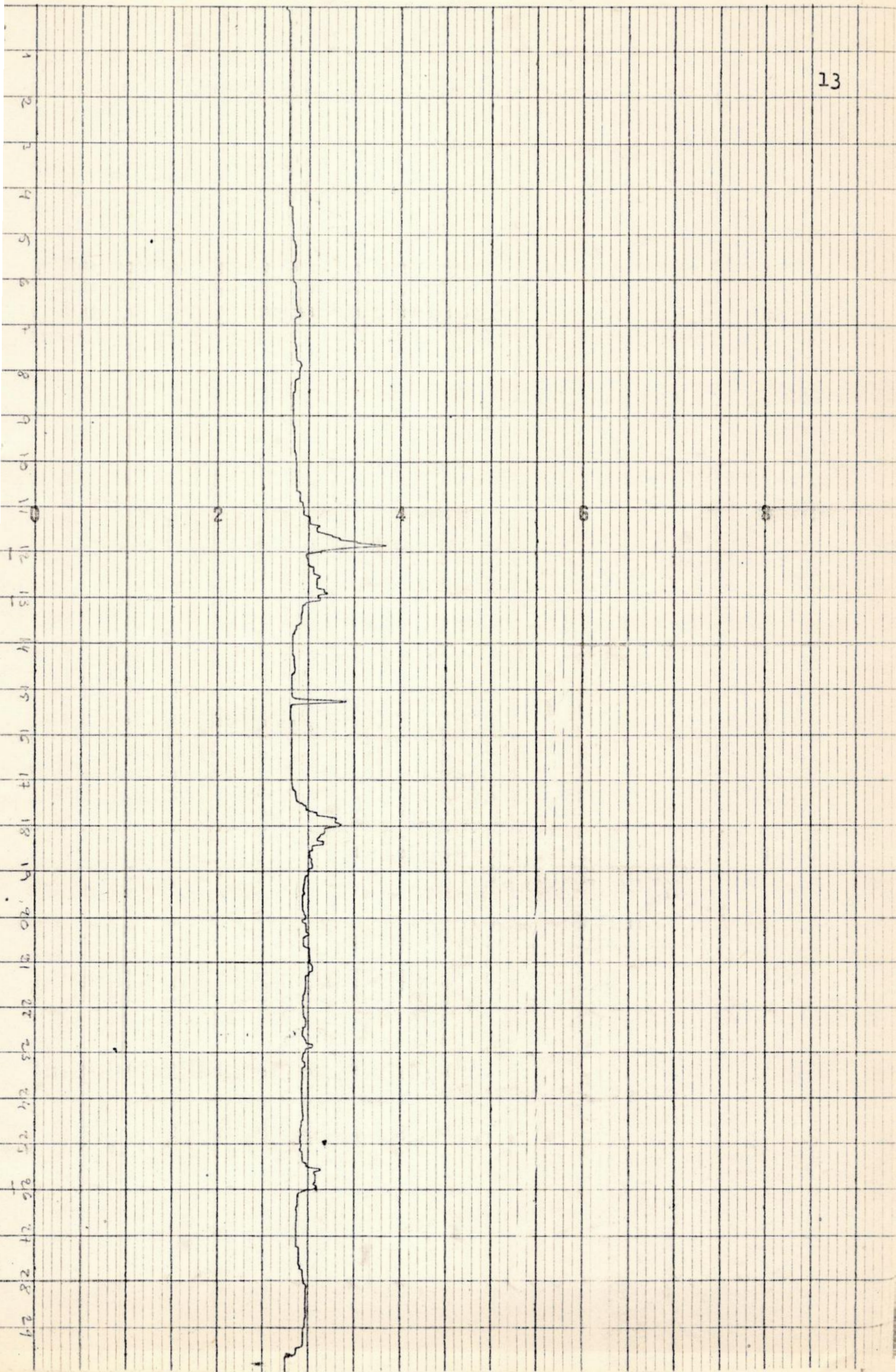
9

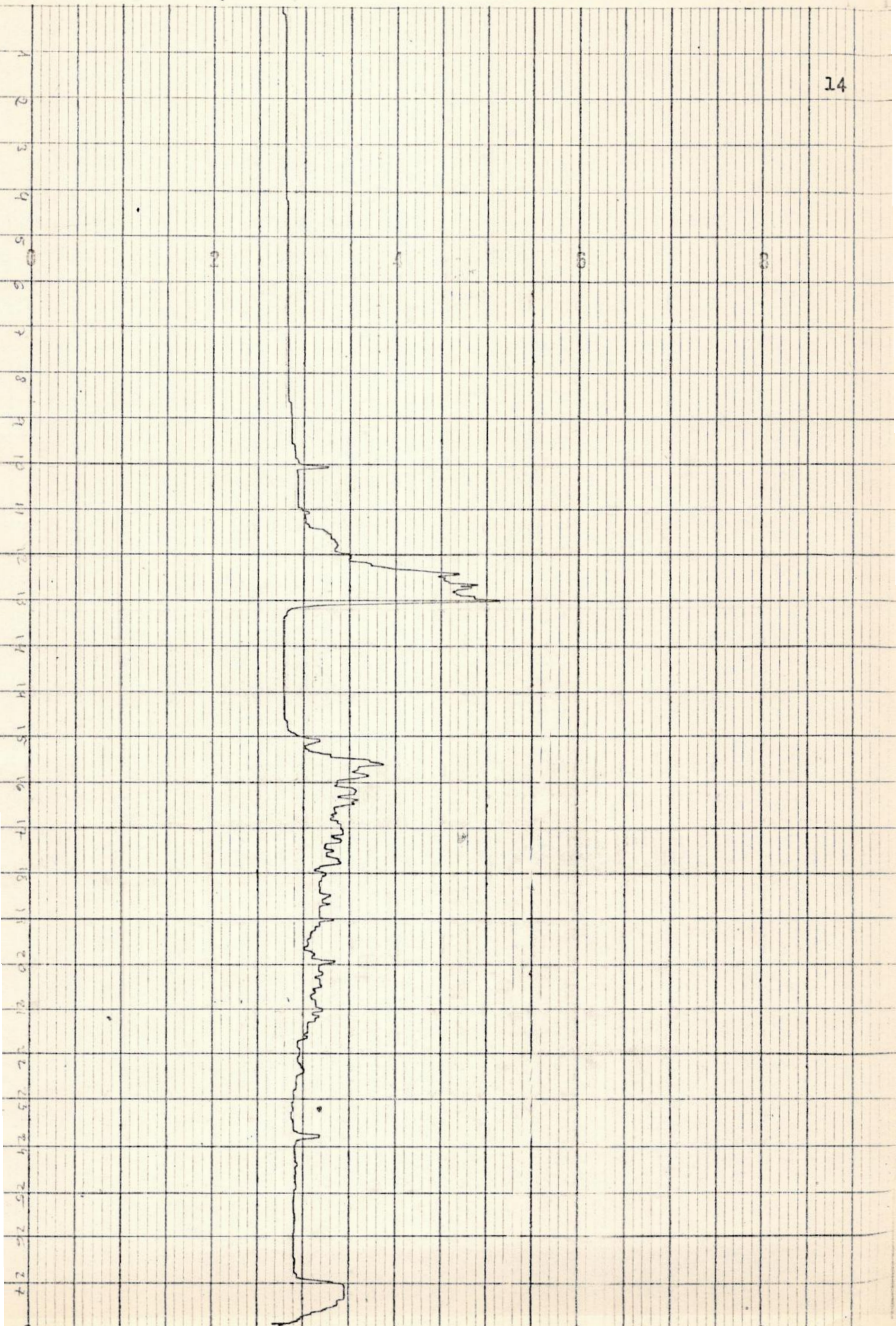


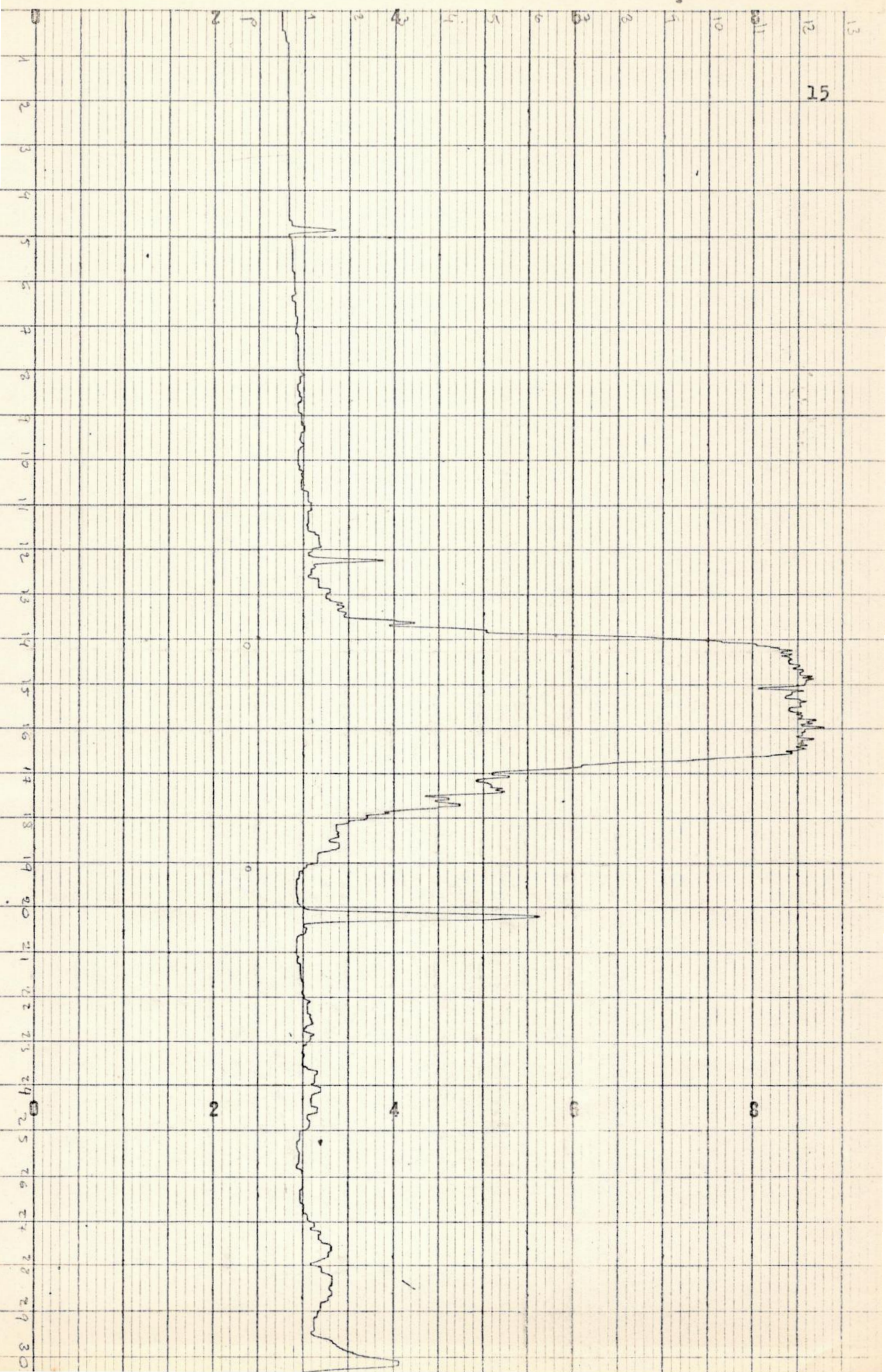


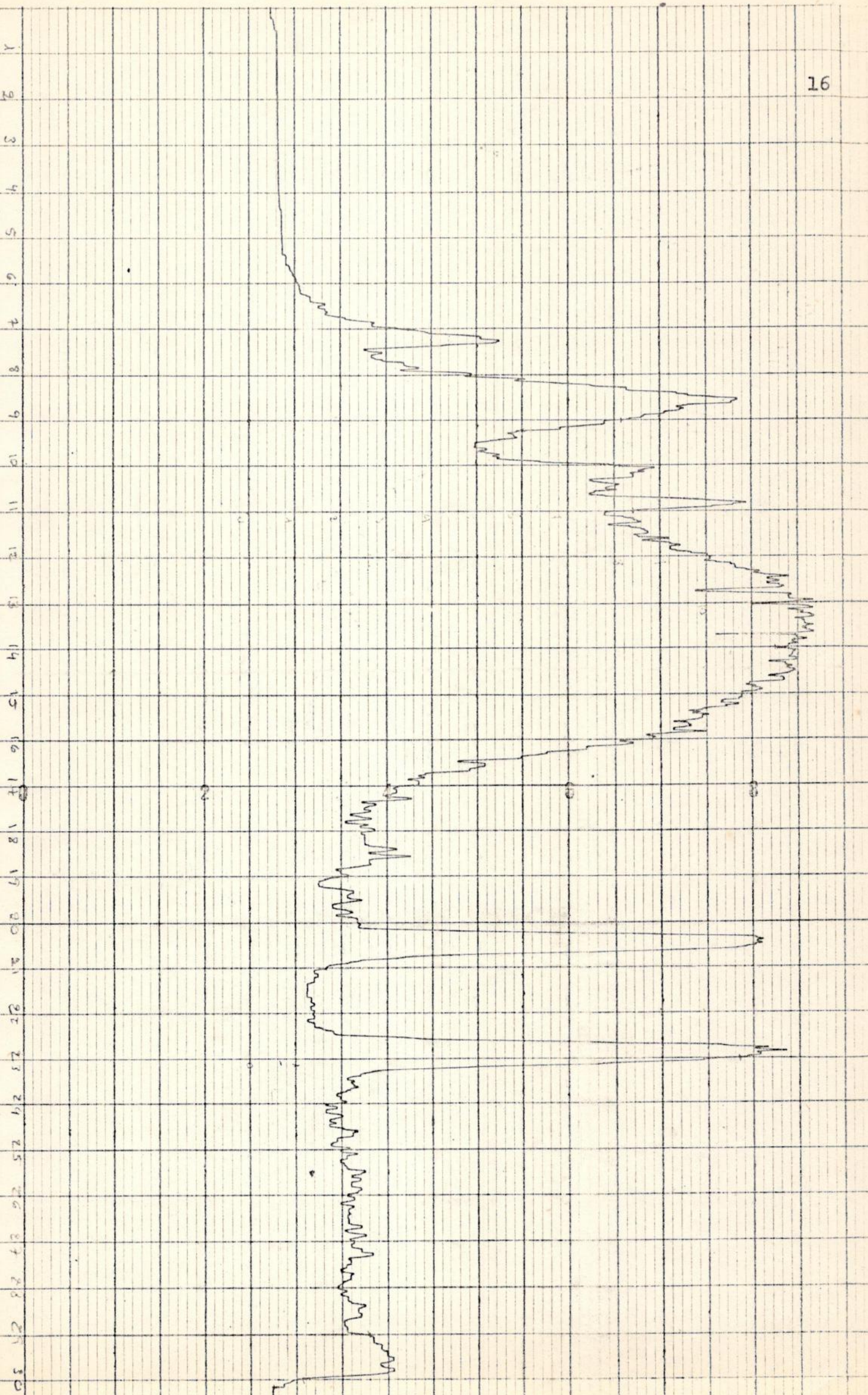


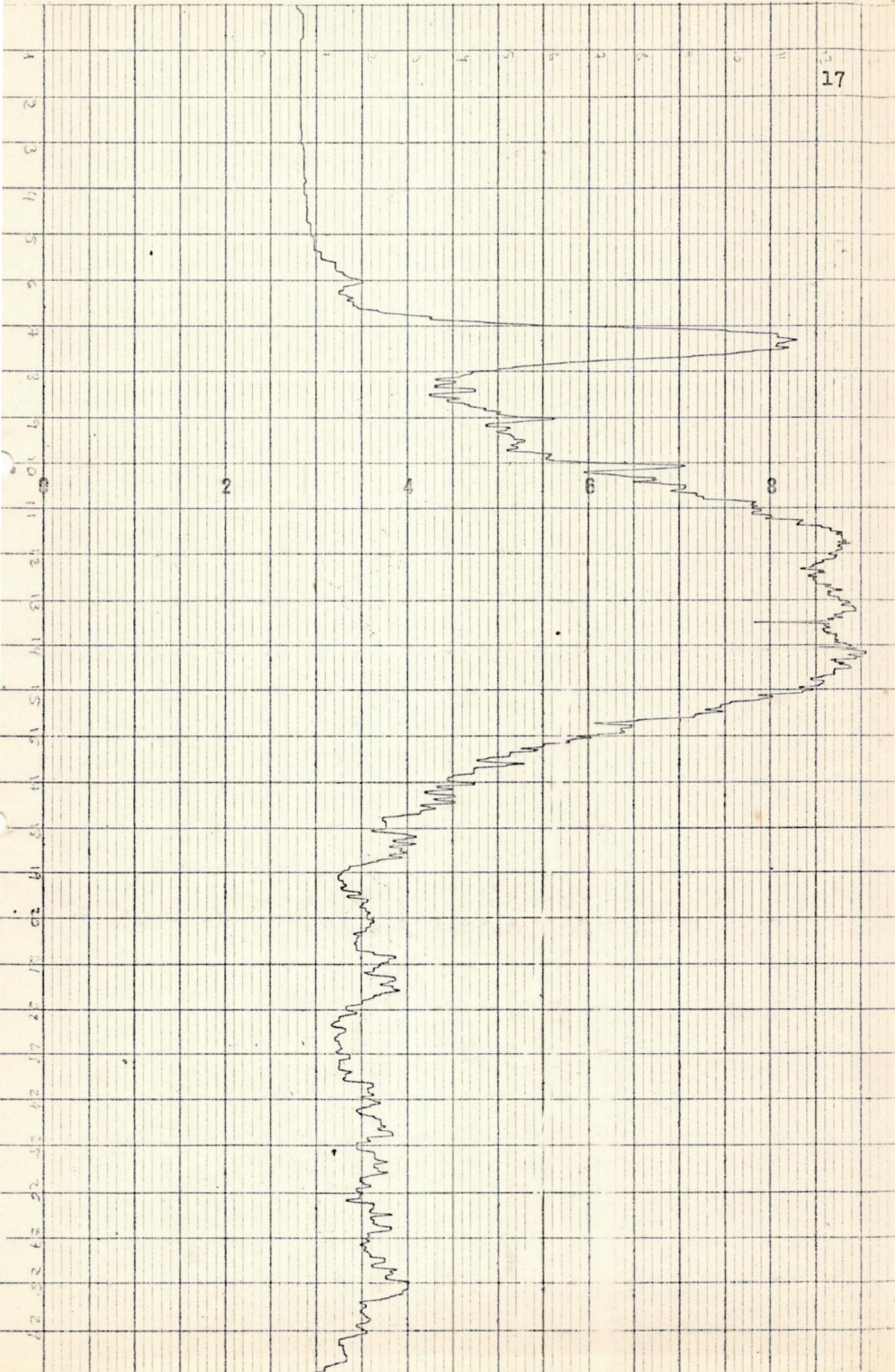


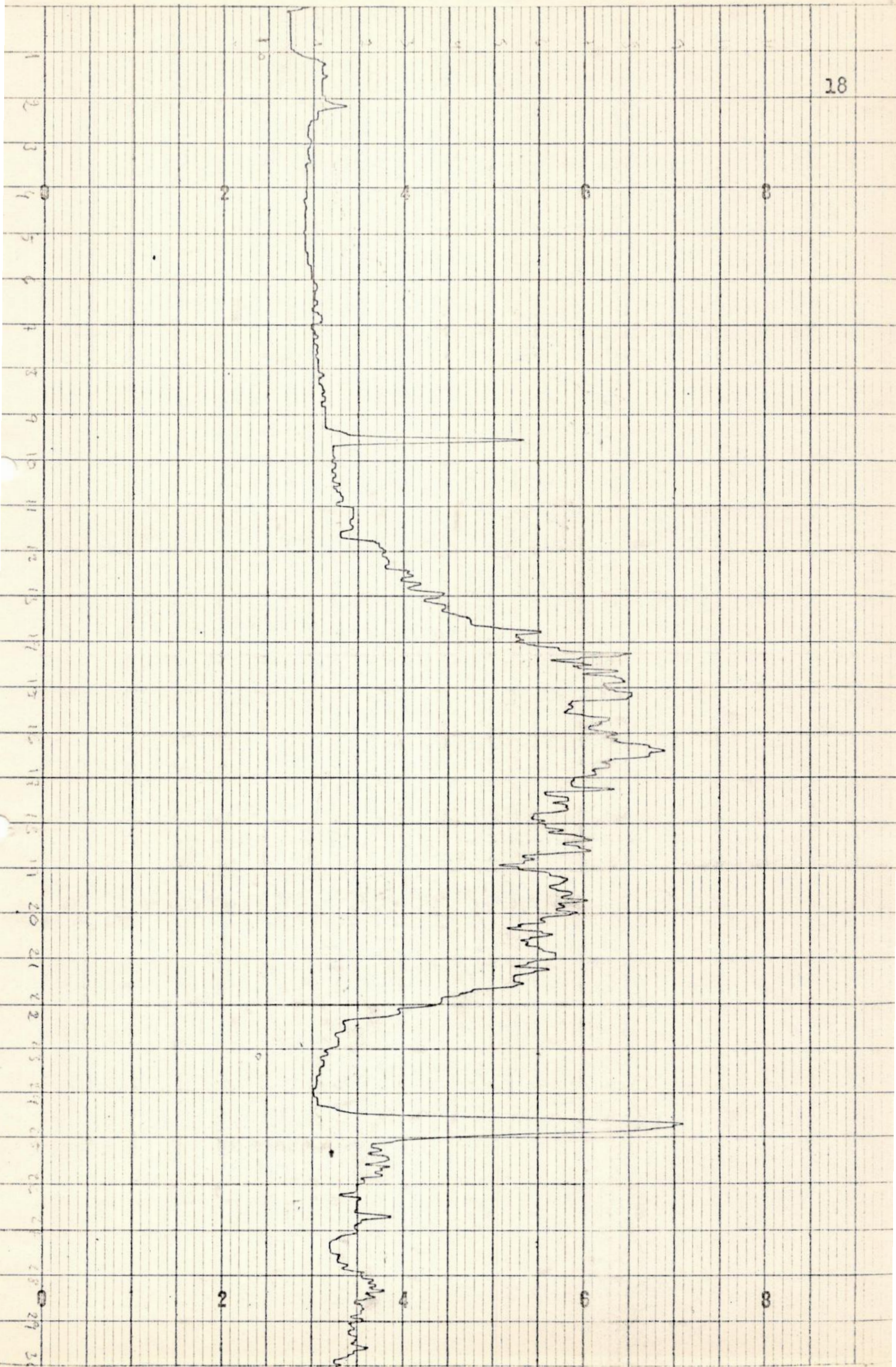


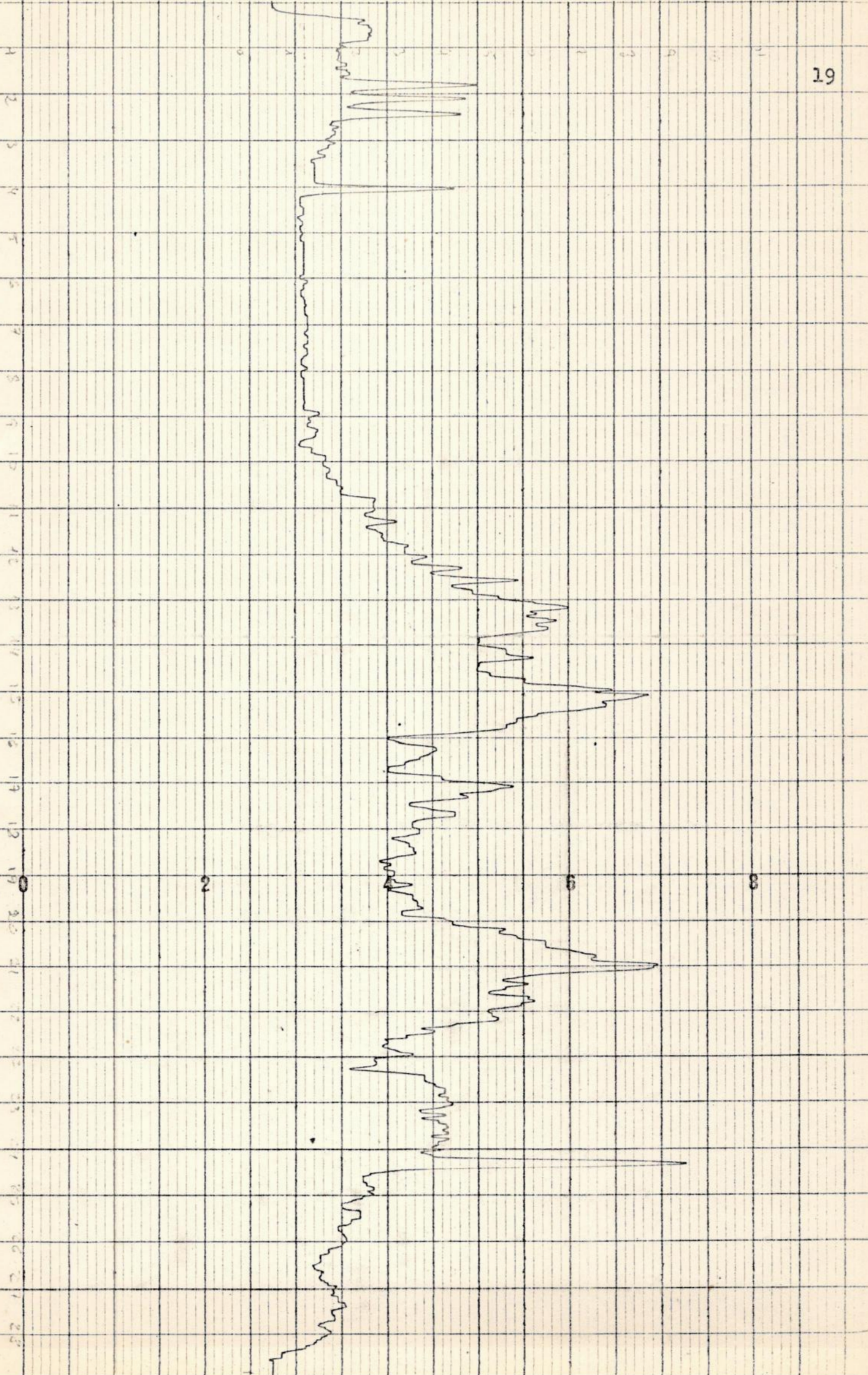


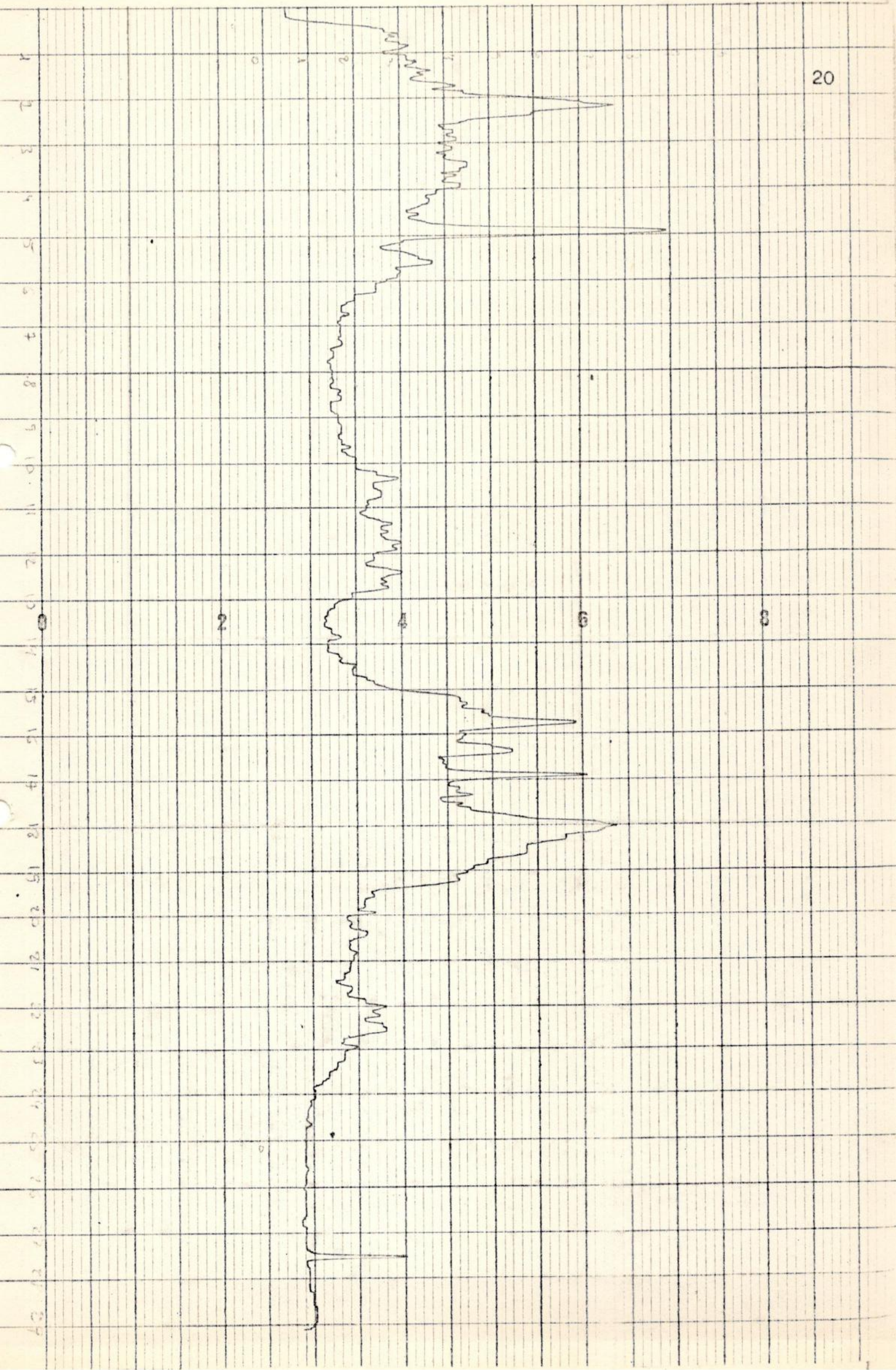


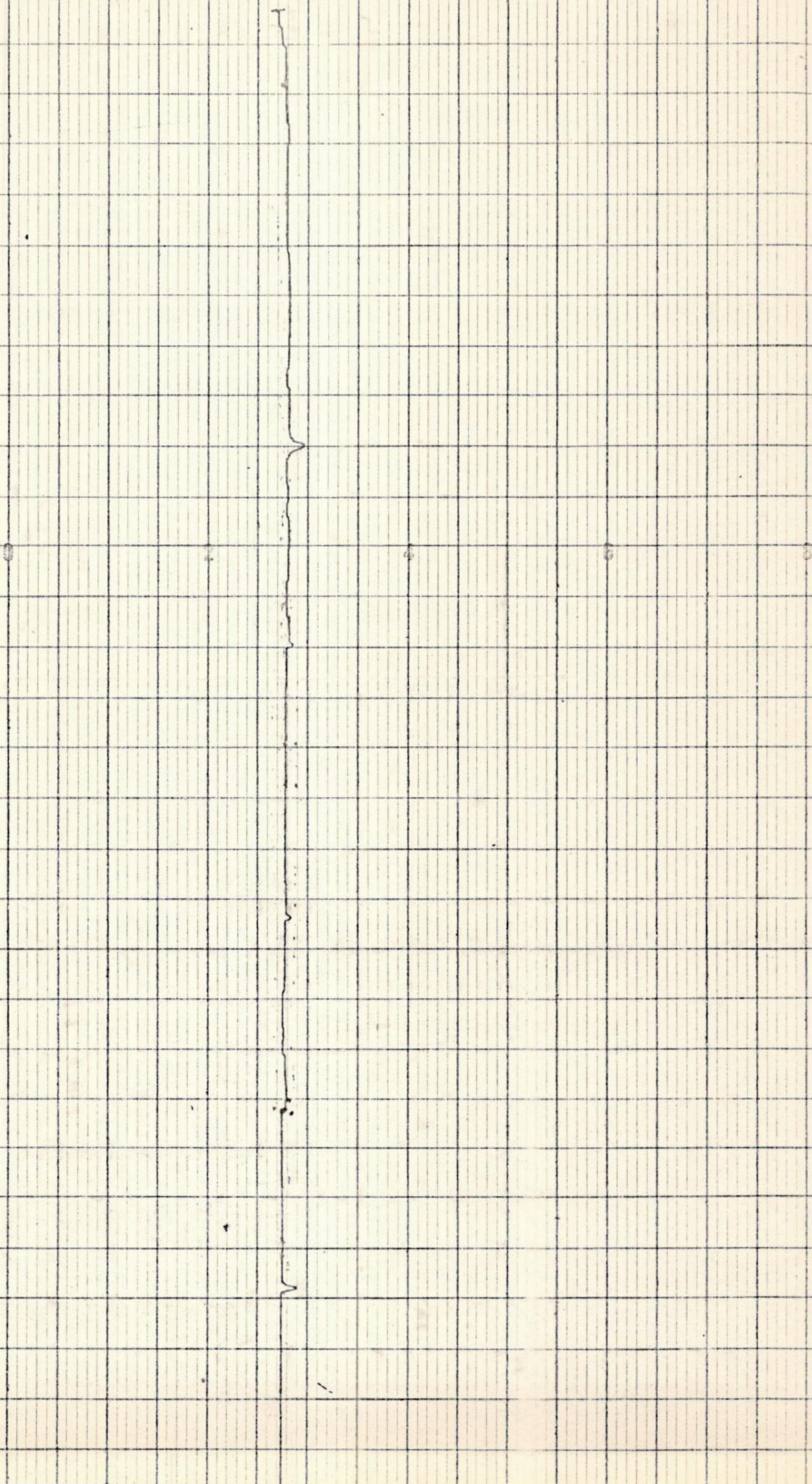












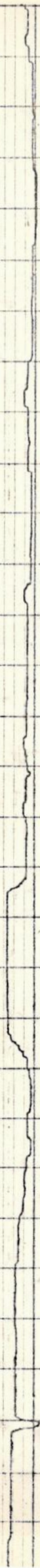
0

2

4

6

8



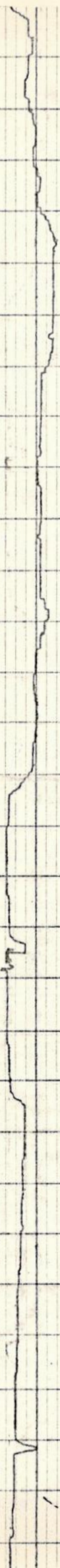
0

2

4

6

8



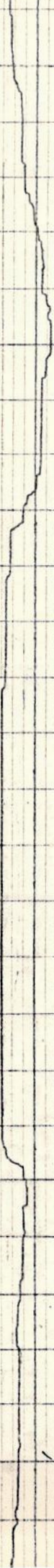
0

2

4

6

8



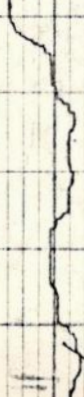
0

2

4

6

8



0

2

4

6

8

28

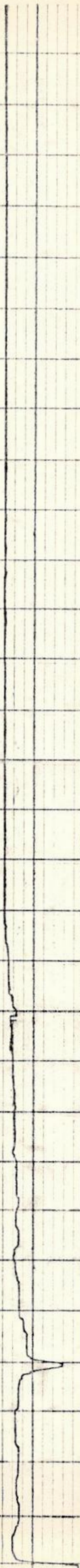
0

2

4

6

8



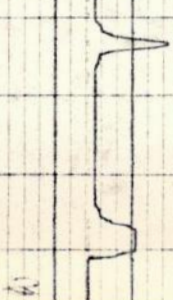
0

2

4

6

8



0 2 4 6 8

0 2 4 6 8

}
F

0

2

4

6

8

Handwritten scribble at the bottom center of the page.

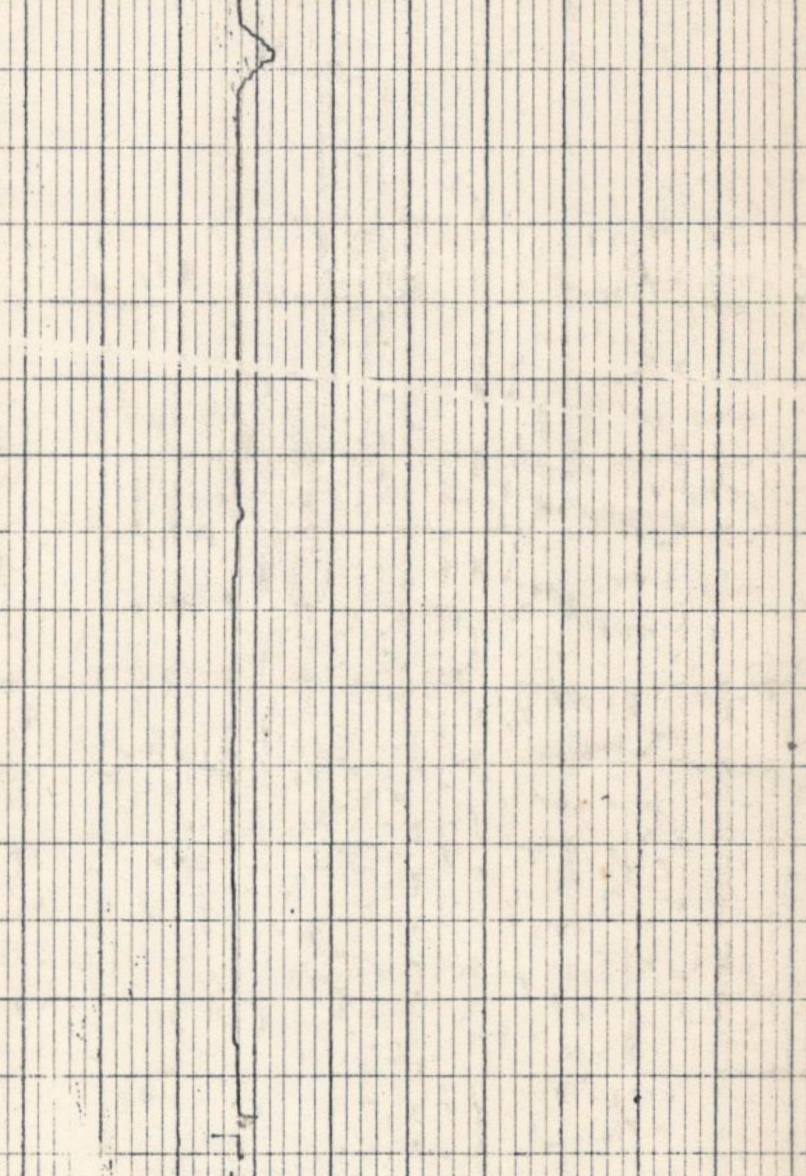
0

2

4

6

8



Bibliografia

1. Swihart, T. S. Astrophysics and Stellar Astronomy, John Wiley e Sons, Inc, New York 1968
2. Dufay, J. Galatic Nebulae and Interestellar Matter, Dover Publications, Inc., New York 1968
3. Spitzer, L. JR. , Diffuse Matter in Space, Interscience Tracts on Phisics and Astronomy, New York 1968
4. Pikelner, S. Phisics of Interestellar Space, Foreign Languages Publishing House, Moscow
5. Bok, B. and Bok, P. The Milky Way, Havard University Press , Cambridge, Massachusetts, 1968
6. Hiltner, W. A. Astronomical Techniques, The University of Chicago, Illinois, USA, 1962
7. Rudaux, L. e Vaucoulers, G. Los Astros, El Universo, Editoril Labor S.A. Barcelona, Espanha 1966
8. Kaplan, S. A. and Pikelner S. B., The Interestellar Medium, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 1970

Helouïc Boecheat