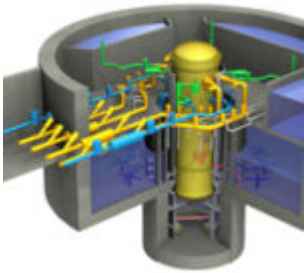


Reaktortypen in Europa – Teil 5, ESBWR



Geschichte

Bereits nach dem Reaktorunglück von TMI in Harrisburg begann man in den USA das Genehmigungsverfahren für einen stark vereinfachten Reaktor, den SBWR (Simplified Boiling Water Reactor). Nachdem man über eine halbe Milliarde Dollar Entwicklungs- und Genehmigungskosten investiert hatte, mußte man erkennen, daß dieser Reaktor mit 670 MWe schlicht zu klein und damit unverkäuflich war. Im nächsten Schritt legte man mehr Wert auf die "Wirtschaftlichkeit (Economic)" und erhöhte die Leistung auf 1600 MWe. Ein weiteres Jahrzehnt mit unzähligen Prüfungen verging. Seit letztem Jahr liegen endlich alle Genehmigungen für den Typ vor. Es fehlt nur noch ein

Kunde mit einem konkreten Bauauftrag. Inzwischen gibt es auch dazu Verhandlungen in USA, Polen und Indien. Wie immer, wird der "mutige Investor" gesucht, der bereit ist, in eine neue Technik (first of a kind) zu investieren. Dabei ist die Technik alles andere als revolutionär, sondern im Gegenteil strikt evolutionär. Man hat Schritt für Schritt auf in der Praxis bewährte Bauteile zurückgegriffen. Dies sei nur am Rande bemerkt, für all die Erfinder, die immer nach revolutionären Konzepten schreien. Erfinden und in allen Details den Nachweis der Funktionstüchtigkeit erbringen, sind zwei völlig verschiedene Dinge. Zumindest der Nachweis der Funktionstüchtigkeit – nach den Maßstäben der Kerntechnik – erfordert Jahrzehnte und verschlingt somit immense Summen. Vergleichbares gibt es nur in der zivilen Luftfahrt. Auch dort sind revolutionäre

**Flugzeugentwürfe nur etwas für
Universitäten und Medien.**

Anforderungen

**Alle bisherigen Erfahrungen mit
Kernkraftwerken – insbesondere die
Unglücke in Harrisburg, Tschernobyl
und Fukushima – haben zu folgenden
Anforderungen für einen sicheren und
wirtschaftlichen Betrieb geführt:**

- Je weniger Bauteile man hat,
je weniger kann kaputt gehen (Schaden)
und je weniger muß gewartet und
überwacht werden (Wirtschaftlichkeit).**
- Je einfacher (“kiss = keep it
simple stupid”) das Kraftwerk ist, je
einfacher ist es auch zu bedienen –
dies gilt für die Automatik, wie auch
für das Personal.**
- Je mehr man auf Naturkräfte
(Schwerkraft, Speicherung etc.) bei
der Sicherheitstechnik setzt, um so**

sicherer ist ihre Verfügbarkeit im Ernstfall.

- **Je unabhängiger man von äußeren Einflüssen ist (Netzanschluss, Kühlwasser etc.), je weniger können solche "Einwirkungen von außen" (Tsunami, Wirbelsturm, aber auch Flugzeugabsturz, Terror etc.) zu Schäden beim Kraftwerk führen.**

- **Je passiver die Sicherheitsketten sind, je weniger muß man sich auf eine hohe Bereitschaft des Schichtpersonals verlassen. Gerade in Ausnahmesituationen (Erdbeben mit Tsunami) brauchen Menschen Zeit sich darauf umzustellen.**

- **Wenn man bewußt von dem Versagen aller Sicherheitssysteme ausgeht und offensiv solche Ereignisse durchspielt, kann man trotzdem die Schäden für die Umwelt noch weiter mindern.**

Nur die konsequente Umsetzung der vorausgehenden Punkte hat zu der gewaltigen Steigerung der Sicherheit beim ESBWR geführt. Hatte die "Fukushima-Generation" noch eine Wahrscheinlichkeit von einer Kernschmelze in 100.000 Betriebsjahren, so liegt diese Wahrscheinlichkeit beim ESBWR bei etwa einer Kernschmelze in 170.000.000 Betriebsjahren. Spätestens nach den Ereignissen von Tschernobyl und Fukushima legt man großen Wert auf die Freisetzung von Radioaktivität nach dem Versagen aller Sicherheitseinrichtungen (z. B. Beschädigung des Containment etc.). Man kann durch geeignete Maßnahmen auch in einem solchen schweren – und unwahrscheinlichen – Unfall, die Freisetzung von radioaktiven Stoffen erheblich verringern. Simulationen für Standorte in USA haben ergeben, daß selbst in Betrachtungszeiträumen von einer Milliarde Jahren (berücksichtigt

die geringe Wahrscheinlichkeit der Ereignisse) in einer Entfernung von 800 m (!) keine Dosen über 1 Sv auftreten würden. Natürlich können solche Berechnungen "Atomkraftgegner" nicht überzeugen. Sie halten auch nach Tschernobyl und Fukushima tapfer an ihrem Glauben von *Millionen-Tote-für-zehntausende-Jahre-unbewohnbar* fest. Was soll's, es gibt auch heute noch Menschen, die an Hexen glauben.

Der Naturumlauf

Die Idee einen Siedewasserreaktor ohne Umwälzpumpen zu bauen, ist keinesfalls neu.

Allerdings waren die ursprünglichen Modelle, wie z. B. Dodewaard (183 MWth) und Humboldt Bay (165 MWth) geradezu winzig gegenüber einem ESBWR (4500 MWth). Gleichwohl haben sie in den Jahrzehnten ihres

**Betriebs wertvolle
Erkenntnisse und
Messreihen
geliefert, die als
Referenz für die
Auslegungsprogramme
des ESBWR dienen.
Dodewaard war von
1969 bis 1997 am
Netz und hat trotz
seiner bescheidenen
Leistung von 55**

**MWeł fast 11000
GWeł Strom
produziert.**

**Wenn man einen
Reaktor mit
Naturumlauf bauen
will, muß man die
treibende Kraft der
Umwälzpumpen durch
einen Kamineffekt
ersetzen: Es steht
nur die**

**Dichtedifferenz
zwischen kaltem
Abwärtsstrom und
dampfhaltigem
Aufwärtsstrom zur
Verfügung. Um
überhaupt genug
Druck erzeugen zu
können, damit man
die Reibung in den
Bauteilen
überwinden kann,**

**ist eine erhebliche
Bauhöhe
erforderlich. Genau
das war aber in den
Anfangsjahren das
Problem. Man konnte
solch große
Druckgefäße –
zumindest
wirtschaftlich –
nicht herstellen.
Es bot sich deshalb**

**an, besser
Umwälzpumpen zu
verwenden. Heute
haben sich die
Verhältnisse
umgekehrt. Es
gelang praktisch
das im ABWR
verwendete
Druckgefäß auch im
ESBWR zu verwenden.
Es mußte allerdings**

**für den Kamin
oberhalb des
Reaktorkerns, von
21,7 auf 27,6 m
verlängert werden.
Solch schlanke
Behälter haben Vor-
und Nachteile. Für
die Gebäudehöhe und
den Erdbebenschutz
ist eine solche
Länge eher**

nachteilig.

Allerdings ergibt sich auch ein sehr großes Wasservolumen, was sich positiv bei Störfällen auswirkt.

Der Kern des ESBWR ist gegenüber dem ABWR größer (1590 gegenüber 1350

**Brennelemente) und
flacher (3,0m
gegenüber 3,7m
aktive
Brennstablänge).
Dies ist auf die
höhere Leistung
(4500 gegenüber
3926 MWth) und die
anderen
thermohydraulischen
Bedingungen**

**zurückzuführen.
Wegen der höheren
Anzahl der
Brennelemente
erhöht sich auch
die Anzahl der
Regelstäbe (269
gegenüber 205).
Diesem Mehraufwand
ist die Einsparung
von zehn internen
Umwälzpumpen gegen**

zu rechnen.

Der

Rechenauf

wand

Einfach

anmutende

,

natürlich

e

Systeme,

sind

meist

wesentlich

h

schwierig

er zu

beschreib

**en, als
technisch
e
Systeme.
Technisch
e**

**Anlagen,
wie z.B.**

**Pumpen,
können
definiert
e**

**Randbedin
gungen
schaffen,
die eine
Berechnun
g oft**

stark

vereinfac

hen. Nur

auf

Naturkräf

te

**beruhende
Systeme
sind die
hohe
Schule
der**

Simulation

n.

Schnell

stößt man

bei der

notwendig

en

räumliche

n und

zeitliche

n

Auflösung

**an die
Grenzen
heutiger
Rechner.
Hinzu
kommt**

hier eine

sehr

große

Anzahl

von

Gleichung

en, da

die

Thermohyd

raulik

und die

Neutronen

physik

sich sehr

stark

gegenseit

ig

beeinflus

sen .

Man muß

es

eigentlich

nicht

**besonders
erwähnen,
hier hat
man es
mit einer
Genehmigung**

ngsbehörd

e zu tun

und

bewegt

sich

nicht als

**freischaf
fender
Künstler
in der
Welt von
Klimamode**

**Ulen oder
Wirtschafts-
tsprognos
en. Hier
muß man
nicht nur**

sein

Programm

offen

Legen,

sondern

auch noch

**nachweise
n, daß es
richtig
rechnet.**

**Dazu
müssen**

**zahlreich
e**

**Messreihen
an 1:1**

**Modellen
nachgerec**

hnet

werden ,

um

Unterprog

ramme (z.

B.

**Druckverlust
in
einem
Brennelement
zu
testen.**

Ist diese

Hürde –

zur

Zufrieden

heit der

Genehmigu

ngsbehörd

e –

erfolgrei

ch

genommen ,

geht es

**daran ,
Versuche
an
bereits
gebauten
Reaktoren**

**nachzurec
hnen .**

**Erst wenn
der**

**Genehmigu
ngsbehörd**

e kein
Testfall
mehr
einfällt,
ist das
Programm

zuge lassen

n. So

etwas

kann

dauern,

schließlich

ch

arbeitet

die

Behörde

im

Stundenlo

hn für

einen

Stundensa

tz von

280 US-

Dollar.

So viel

zum

Thema:

Junge

Unternehm

en

**entwickel
n einen
innovativ
en**

Reaktor.

Die alten

Zeiten

eines

Admiral

Hyman G.

Rückover,

für den

der

Reaktor

der USS

Nautilus

noch mit

Rechensch

**ieber,
Bleistift
und ganz
viel Hirn
ausgelegt
wurde,**

sind

lange

vergangen

▪

Allein

**die
Anpassung
des
vorhanden
en
Programms**

an die

Besonderh

eiten des

ESBWR

soll bei

GE mehr

als 100

Mann -

Jahre

gedauert

haben .

Erst dann

**könnten
für alle
möglichen
gefordert
en
Zustände,**

die

Leistunge

n,

Durchflüs

se,

Dampfzust

**ände und
Dampfante
ile,
Blasenkoe
ffiziente
n, die**

**Leistungs
dichte
und -
verteilung
g, sowie
die**

Stabilität
t (z.B.

Xenon-

Schwingun
gen)

nachgewie

sen

werden .

Führt man

sich

diesen

Aufwand

vor

Augen,

wird

einsichti

g, warum

**die
Entwicklu
ng
evolution
är
verläuft .**

**Man hat
versucht,
soviel
wie
möglich
vom ABWR**

beim

ESBWR

weiter zu

verwenden

. Nicht

einmal

**ein
Verbund
von
internati
onalen
Konzernen**

**, aus GE,
Hitachi
und
Toshiba
kann es
sich**

heute

noch

erlauben,

die

Entwicklu

ng eines

kommerzielle

Ulen

Reaktors

mit einem

weißen

Blatt

**Papier zu
beginnen.**

Ob das

nun gut

oder eher

schlecht

**ist, mag
jeder für
sich
selbst
entscheid
en.**

Die

Notk

ühlu

ng

Nach

dem

Ungl

ück

in

Fuku

shim

a

sind

zwei

Erei

gnis

se

in

den

Mitt

e l p u

n k t

d e r

sich

erhe

itsü

berl

egun

gen

gerü

ckt:

1.

Der

vert

ust

der

Haupt

twär

messe

nke .

In

Fuku

shim

a

wurd

en

durc

h

die

Flut

welt

e

die

Kühl

wass

erpu

mpen

und

Einmal

auf

auwe

rke

zers

töört

■

Dami

t

ging

die

Fähig

gkei

t

zur

Abfu

hr

der

Nach

zerf

alls

wärm

e

vert

oren



Für

sich

geno

mmen

,

scho

n

ein

wese

ntli

cher

Schr

ittt

zur

Kern

s c h m

e t z e



2.

vert

ust

(nah

ezu)

j e g

l i c h

e r

stro

mver

sorg

ung .

Durc

h

die

Sohn

etwa

b s c h

a l t u

n g

info

lege

der

E r d s

t ö ß e

w a r

die

Eiße

nver

s o r g

u n g

w e g ,

durc

h

die

groß

räum

igen

verw

üst

ngen

durc

h

die

Natu

rkat

astr

opphe

,

die

stro

mver

sorg

ung

über

das

Netz

und

durch

h

die

Flut

welt

e

wurd

en

die

Scha

utan

lage

n

und

Not

trom

die

et

zere

töört

■

wie

hätt

e

sich

nun

ein

ESBW

Rin

eine

r

solc

hen

Ausn

ahme

situ

atīo

n

verh

alte

n?

Er

verf

ügt

über

eine

zusä

tzli

che

wärm

esen

ke

für

den

Not f

all,

die

voit

stään

diig

unab

häng

ig

vom

norm

alen

Kühl

wass

ersy

stem

funk

tion

iert

:

Die

Auße

nlauf

t.

Der

Aust

egun

g s p h

i l o s

o p h i

e

folg

end,

sich

nur

auf

Natu

rkrä

fte

zu

vert

asse

n,

hand

elt

es

sich

dabe

i um

offe

ne

“Sch

wimm

beck

en”

ober

halb

des

Sich

erhe

itsb

ehäl

ters



Das

Volu

men

ist

so

beme

ssen

,

daß

es

für

mind

este

ns

72

Stunden

den

reic

ht.

Die

Temp

erat

ur

ist

—

unab

häng

ig

von

den

Umwel

ttbe

ding

unge

n —

durc

h

die

Verd

amp f

ung

auf

maxi

mal

1000

°C

begin

enzt

. Es

kann

j ede

r ze i

t _

auch

von

auße

n

durc

h

die

Feue

rweh

r -

aus

vers

chie

dene

n

Tank

s

nach

gefü

llt

werd

en .

Das

nur

mit

der

Schw

erkr

aft

bet r

i e b e

n e

Notk

ühls

yste

m

ECCCS

(Eme

rgen

cy

Core

Cool

ing

System

em)

best

eht

aus

vier

vone

in an

der

un ab

häng

igen

Züge

n .

In

**.
jewewe**

ils

eine

m

“Sch

wimm

beck

en”

ober

halb

des

Sich

erhe

itsb

ehäl

ters

befi

ndet

sich

zwei

Kond

ensa

to re

n .

Dies

e

best

ehen

aus

je

zwei

über

eina

nder

ange

ordn

eten

Samm

Lern

,

die

durc

h

zahl

reic

he

dünn

e

Rohr

e

verb

unde

n

sind

■

Von

dem

Reak

t o r d

r u c k

g e f ä

ß

stei

gt

eine

Leit

ung

zu

den

Samm

lernen

auf.

Im

Kond

ensa

tor

kühl

t

sich

das

entw

ei ch

ende

Damp

f / wa

sser

gemī

s ch

ab

und

strö

mt

über

den

**(kat
ten)
Rück**

Lauf

wied

er

dem

Reak

tord

ruck

gefä

ß

zu .

Es

ents

teht

ein

natü

rtic

her

Krei

slau

f,

der

sich

selb

st

antr

eißt

. Im

No rm

albe

trie

b

ist

die

“war

me”

Damp

flei

tung

stet

s

offe

n.

Jede

“ka

te”

Rück

leit

ung

ist

durc

hje

zwei

para

ul

e

vent

ile

vers

chlo

ssen



Aus

Grün

den

der

Dive

rsit

ät

ist

ein

vent

il

e1ek

troh

ydra

utlis

ch

und

das

jewe

ils

ande

re

pneu

matte

sich

über

eine

n

Druc

kgas

spei

cher

bet r

i e b e

n .

Die

Vent

ile

b e f i

n d e n

s i c h

in

eine

r

“fai

l.

safe

”

Stel

Lung

■
■

w ä h r

e n d

des

Betr

iebs

w e r d

e n

s i e

durc

h

die

Kraf

t

der

Hydr

auli

k

oder

des

Gase

s

ges c

hlos

sen

geha

lten

■

Geh t

de r

D r u c

k

w e g

—

aus

weltc

hen

Grün

den

auch

**·
immer**

**r,
,**

gewo

llt

oder

n i c h

t _

g e b e

n

die

vent

ile

den

weg

frei

.

wege

n

der

Redu

ndan

z,

reic

ht

ein

vent

il

aus,

um

den

gesa

mten

Stro

m

durc

hzu

asse

n.

Da

die

Kond

ensa

to re

n

und

die

Rück

Leit

ung

voll

stään

dig

mit

“kal

tem”

was

er

gefü

ut

sind

,

raus

cht

dies

es

Was

er

info

Uge

der

Schw

erkr

aft

iñ

den

Reak

tord

ruck

behä

lter

und

der

Kond

ensa

tor

saug

t

dadu

rch

ein

“war

mes”

Gas -

und

Damp

f g e m

i s c h

a u s

dem

Reak

torg

efäß

nach

■

Ein

Natu

ruml

auf

ist

entf

acht

·

Dies

er

Läuf

t

sola

ngge,

wie

der

Kern

Nach

zerf

alls

wärm

e

prod

uzie

rt

und

die

Auße

nlauf

t

dies

e

wärm

e

abni

mmt.

wenn

das

nukl

earre

Syst

em

i r g e

n d w o

e i n

Leck

hat,

würd

e

i r g e

n d w a

nn

der

Kern

troc

ken

falu

en .

Das

entw

eich

ende

Wass

er

muß

sofo

rt

erse

tz

w e r d

e n .

z u

dies

em

Zwe c

k

gibt

es

i n n e

r h a t

b

des

Sich

erhe

itsb

ehäl

ters

g r o ß

e

W a s s

erta

nks .

Dami

t

aber

das

Wass

er

in

f r e i

e m

F a l l

nach

strö

men

kann

,

muß

zuer

st

der

D r u c

k i m

S y s t

em

abge

baut

w e r d

e n .

H i e r

für

gibt

es 8

sich

erhe

itsv

enti

le,

10

Abbt

asev

enti

Le

(die

zeit

weit

ig

durc

h

pneu

mati

sche

Ant

iebe

geöf

fnet

werd

en

könn

en)

und

8

Druc

kent

last

ungs

vent

ile

unmi

ttel

bar

am

Reak

tord

ruck

gefä

ß .

Letz

tere

enth

alte

n

vers

chwe

ißte

Memb

rane

n ,

durc

h

die

sie

daue

rhaf

t

dîch

t

und

wart

ungs

frei

sind



wenn

sie

öffn

en

müß

en ,

“dur

chsc

hnei

det"

ein

Koʻlb

en

die

Di
ch

t
ung

.

Dies

er

Koꝛb

en

wird

durch

h

Gas ,

welc

hes

pyro

tech

n i s c

h i n

e i n e

m

Gasg

ener

ator

erze

ugt

wird

,

bewe

gt.

Es

ist

das

glei

che

Prin

zip,

wie

bei

eine

m

“Air

bag”

im

Auto

—

ein

sehr

klei

ner

“Sig

nals

trom

”

reic

ht

zur

Zünd

ung

aus

und

erze

ugt

über

die

“Spr

engk

raft

”

eine

sehr

groß

e

Gas m

enge

·

Dies

e

vent

ile

sind

so

**geb
a**

ut,

daß

sie

den

weg

voll

stään

dig

frei

gebe

n,

nich

t

vers

topf

en

könn

en

und

sich

nich

t

wi[·]**ed**

e**r**

scht

ieße

n

Lass

en .

Der

Ener

giea

bbau

und

die

Kühl

ung

gesch

hi eh

t in

mehr

eren

mitte

in an

der

verk

nüpf

ten

Schr

itte

n :

1 .

Aus

den

dive

rse

Abbt

asev

enti

len

strö

mt

(zum

inde

st

am

Anfa

ng)

ein

Damp

fst r

ah 1

mit

hohe

r

Ener

gie

und

G e s c

h w i n

d i g k

eit.

Dies

er

wird

fein

vert

eight

in

was

erbe

cken

**ei-
ng**

ebLa

sen .

Dies

e

sog.

Kond

ensa

tion

skam

mer n

be fi

nden

sich

unte

n im

sich

erhe

it sb

ehääl

ter.

2.

Durc

h

die

Kond

ensa

tion

fält

t

der

Damp

f in

s ich

zu sa

mmen

und

bild

et

wied

er

Wass

er.

Die

Verd

ampf

ungs

wärm

e

geht

dabe

i an

das

Wass

er

der

Kond

ensa

tion

skam

mer

über



wü rd

e

man

das

Was

er

nich

t

kühl

en,

wäre

i r g e

n d w a

n n

Scht

uß

dami

t.

Der

zeit

raum

häng

t

von

der

Nach

zerf

alls

wärm

e

und

dem

Wass

ervo

Lume

n

ab .

3.

Das

Wass

er

in

den

Kond

ensa

tion

skam

mern

kann

auf

vers

chie

dene

n

wegge

n

gekü

h t t

w e r d

e n .

**Der
wichtig-
stigs**

te

weg

ist

über

die

weit

er

oben

besc

h r i e

b e n e

n

Kond

ensa

to re

n .

4 .

Dami

t

der

Reak

tork

ern

stet

s

sich

er

gekü

hlt

ist,

sind

die

Wass

ervo

lumini

na

in

den

Kond

ensa

tion

skam

mern

und

Spei

cher

n so

beme

ssen

,

daß

der

Kern

auch

dann

unte

r

Wass

er,

blei

bt,

wenn

sich

das

Wass

er

im

sich

erhe

it sb

ehät

ter

ausb

reitt

et.

Dies

er

zust

and

kann

auch

absi

chtl

ich

herb

eigge

führ

t

w e r d

e n .

5.

Um

eine

Kett

enre

akti

on

sich

er

und

daue

rhaf

t zu

verh

inde

rn,

wird

zusä

tzli

ch

aus

Spei

cher

n

borh

alti

ges

(Neu

ttron

eng i

ft)

Was s

er

eing

espr

üht .

De

r

“S

wp

er

ga

u

”

I m m

Ge

ge

ns

at

Z

zu

de

n

An

fä

ng

en

de

r

Ke

rn rn

kr

a f

t w

er

ks

te

ch

ni

K

1

di

SK

ut

ie

rt

ma

n

sc

ho

n

he

ut

e

im

z

u

la

SS

un

gs

we

rf

ah

re

n

ga

nz

of

fe

ns

i

v

da

S

ve

rs

ag

en

al

le

r

Si

ch

er

he

立

止

see

in

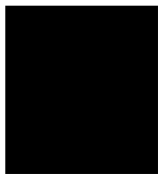
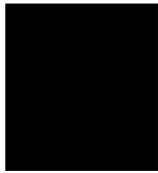
ri

ch

tu

ng

en



Ei

ne

rs

ei

ts

see

t

z

七

ma

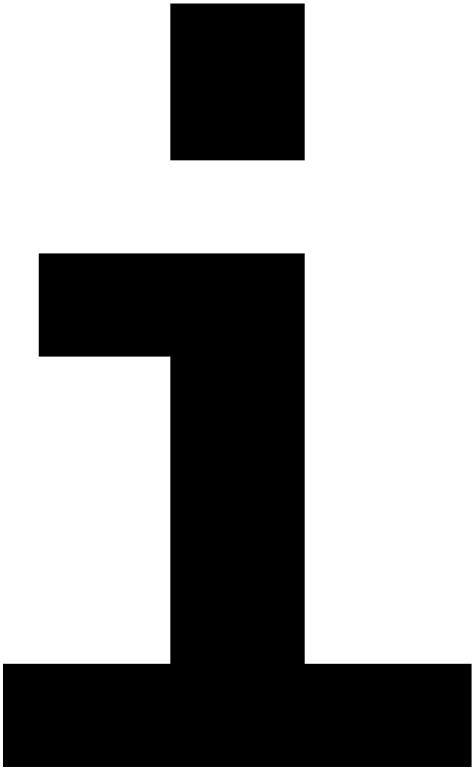
n

Si

ch

da

be



mi

七

de

n

Au

S w

ir

ku

ng

en

de

r

da

du

rc

h

f r

e i

ge

see

t

z

te

n

Ra

di

oa

kt

i

v

立

止

ät

au

f

di

e

Um

ge

bu

ng

au

see

in

an

de

r

un

d

an

de

re

rs

ei

ts

be

sc

hää

f t

ig

七

ma

n

Si

ch

mi

七

Mö

gt

ic

hk

ei

te

n

di

es

e

Au

S w

ir

ku

ng

en

tr

ot

zd

em

ab

zu

mi

ud

er

n



Ei

n

t

y

p

i

sc

he

r

Fa

U

U

i's

七

da

S

ve

rs

ag

en

de

S

Si

ch

er

he

立

止

sb

eh

äl

te

rs



Ma

n

we

rs

wc

ht

al

le

S

er

de

nk

ri

ch

e

zu

tu

n

,

di

es

zu

we

rh rh

in

de

rn rn



be

sc

hää

f t

ig

七

Si

ch

ab

er

tr

ot

zd

em

mi

七

di

es

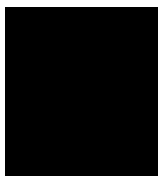
em

Er

ei

gn

i's



Ei

n

S c

hr

立

止

七

di

es

en

Un

fa

U

U

ab

zu

mi

ud

er

n

,

i's

七

di

e

ge

st

eu

er

te

Ab

le

立

止

un

g

ub

er

F

i

U

U

er

un

d

de

n

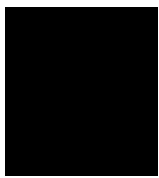
Ab

ga

SK

am

in



Du

rc

h

di

e

Ka

mi

nh nh

öh

e

we

rd

üñ

nt

Si

ch

di

e

Ab

ga

S w

ol

ke

be

tr

■ ■

ä c

ht

ri

ch



Du

rc

h

da

S

wo

rs

ch

al

te

n

wo

n

ge

e i

gn

et

en

F

i

U

U

er

n

ka

nn

di

e

S c

ha

ds

to

f

f

me

ng

e

zu

sä

t

z

ri

ch

ge

mi

nd

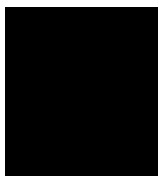
er

七

w e

rod

en



Äh

nt

ic

h

we

rh rh

äl

七

es

Si

ch

mi

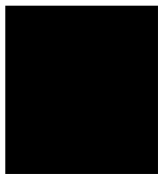
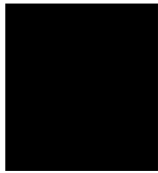
七

de

m

Ke

rn rn



Du

rc

h

re

du

nd

an

te



pa

SS

i

v

e

Kü

ht

Sy

st

em

e

we

rs

wc

ht

ma

n

de

n

Br

en

ns

to

f

f

un

d

di

e

Sp

al

tp

ro

du

kt

e

im

Re

ak

to

rd

ru

ck

ge

fä

BS

zu

ha

U

U

en



Tr

ot

zd

em

un

te

rs

wc

ht

ma

n

au

ch

ei

n

ve

rs

ag

en

de

S

Dr

wc

Kb

eh

äl

te

rs



wi

e

Fu

ku

sh

im

a

ge

ze

ig

七

ha

七

、

i's

七

au

ch

be

im

ve

rs

ag

en

de

r

No

tk

üh

rw

ng

ni

ch

七

mi

七

ei

ne

m

“C

hi

na

Sy

nd

ro

m”

(

H

ol

U

y

wO

od

Ph

an

ta

Si

e

,

na

ch

de

r

Si

ch

de

r

sc

hm

erl

ze

nd

e

Ke

rn rn

im

me

r

w e

立

止

er

in

de

n

Un

te

rg

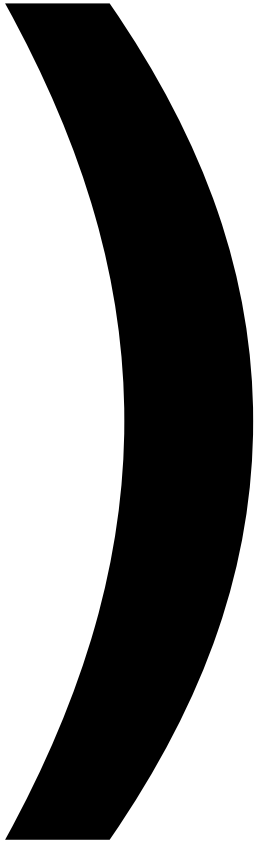
ru

nd

f r

i's

st



zu

re

ch

ne

n



T

r

ot

zd

em

ge

ht

ma

n

wo

n

ei

ne

m

S c

hm

erl

ze

n

de

S

S t

ah

ub

eh

äl

te

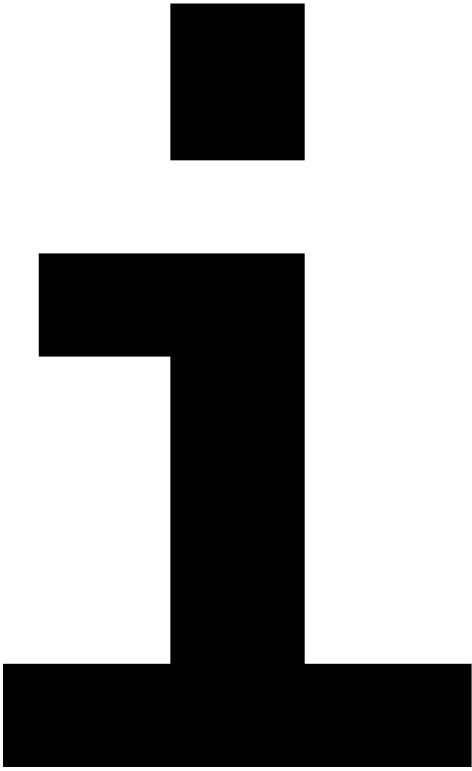
rs



wi

e

be



ei

ne

m

Ho

ch

of

en

ab

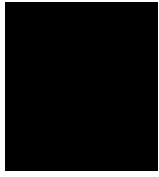
st

ic

h

au

S.



Di

e

Gr

wb

e

de

S

Re

ak

to

rg

ef

äs

see

S

i's

七

de

sh

al

b

al

S

“

f

eu

er

fe

st

er

Fu

sb sb

od

en



(B

im

AC



Ba

see

ma

七

In

te

rn rn

al

Me

U

U

Ar

re

st

an

d

Co

ol

ab

1

2

立

止

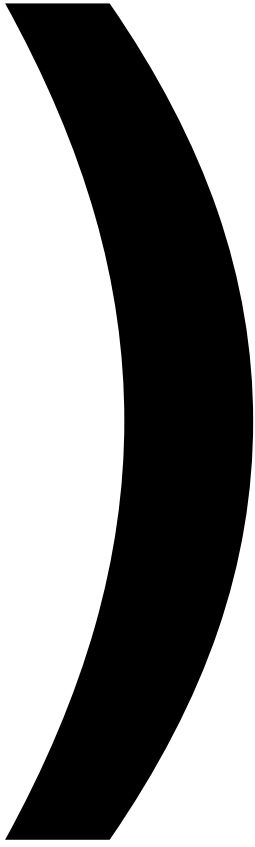
y

de

v

i

ce



au

sg

ef

üh

rt



Un

te

rh rh

al

b

e i

ne

r

fe

we

rf

es

te

n

S c

hi

ch

七

be

f

i

nd

et

Si

ch

e i

n

Ro

hr

le

立

止

un

gs

Sy

st

em



w e

lc

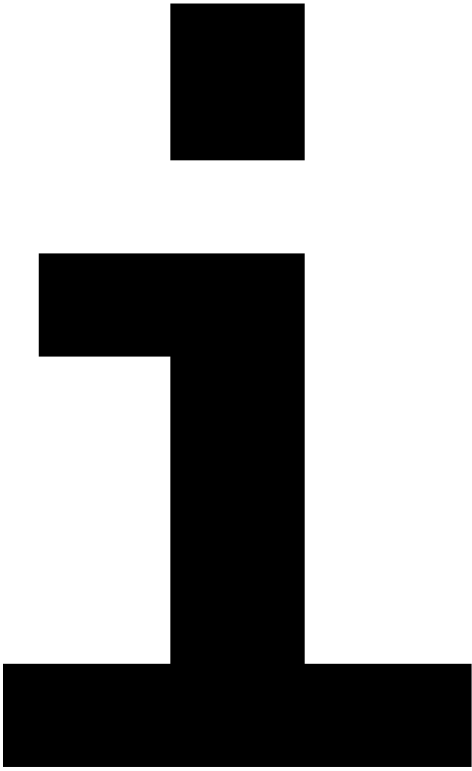
he

S



qu

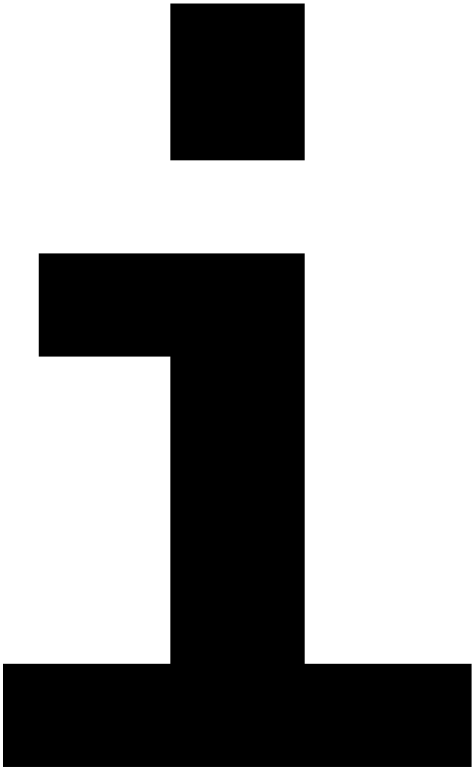
as



wi

e

be



ei

ne

r

Fu

sb

od

en

he

i

z

un

g



di

es

e

S c

hi

ch

七

kü

ht

七

。

Di

es

er

“

F

uſ

bo

de

n

”

i's

七

be

z ü

gt

ic

h

see

in

er

Ko

ns

tr

uk

ti

on

un

d

Le

i's

tu

ng

fü

r

de

n

4

—

fa

ch

en

Ke

rn rn

in

ha

U

U

au

sg

erl

eg

七

。

z

u

Sä

t

z

ri

ch

kö

nn

te

di

e

Gr

wb

e

mi

七

de

m

im

Si

ch

er

he

立

止

sb

eh

äl

te

r

wo

rh rh

an

de

ne

m

wa

SS

er

wo

U

U

st

■ ■

än

di

g

ge

fl

ut

et

w e

rd

en



um

di

e

Sp

al

tp

ro

du

kt

e

gr

örs

te

nt

e i

LS

da

ri

n

zu

rü

ck

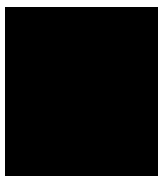
zu

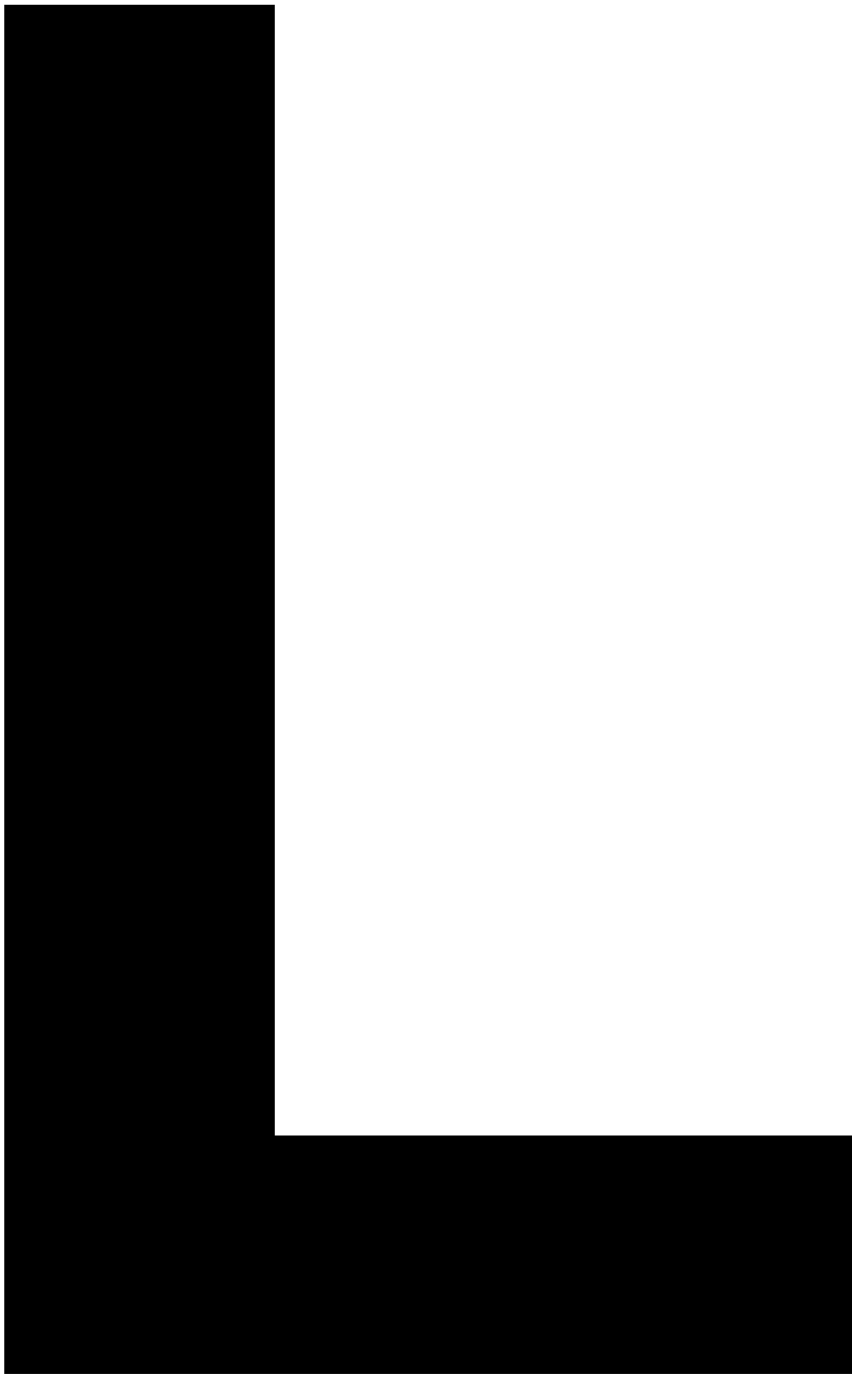
ha

U

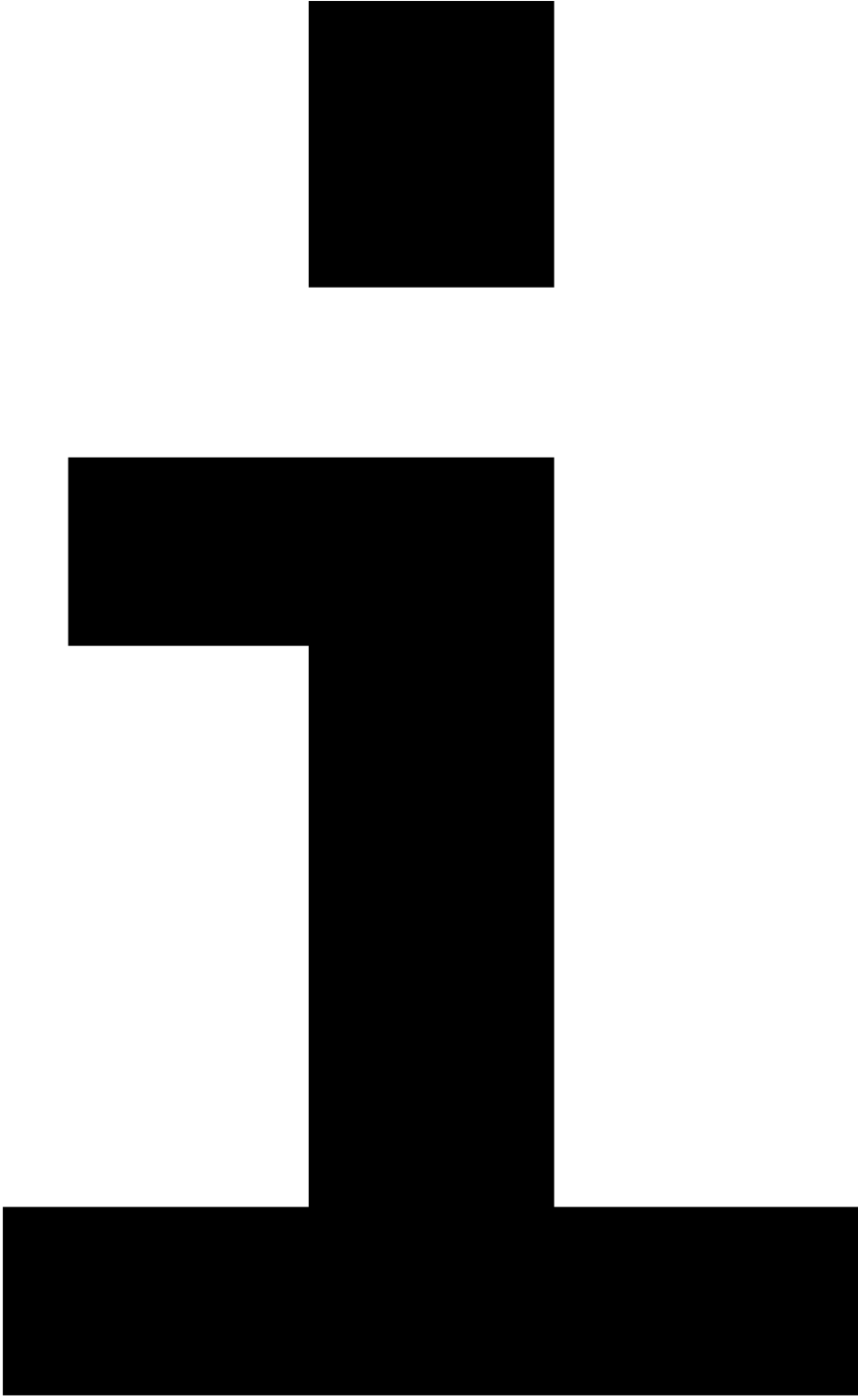
U

en

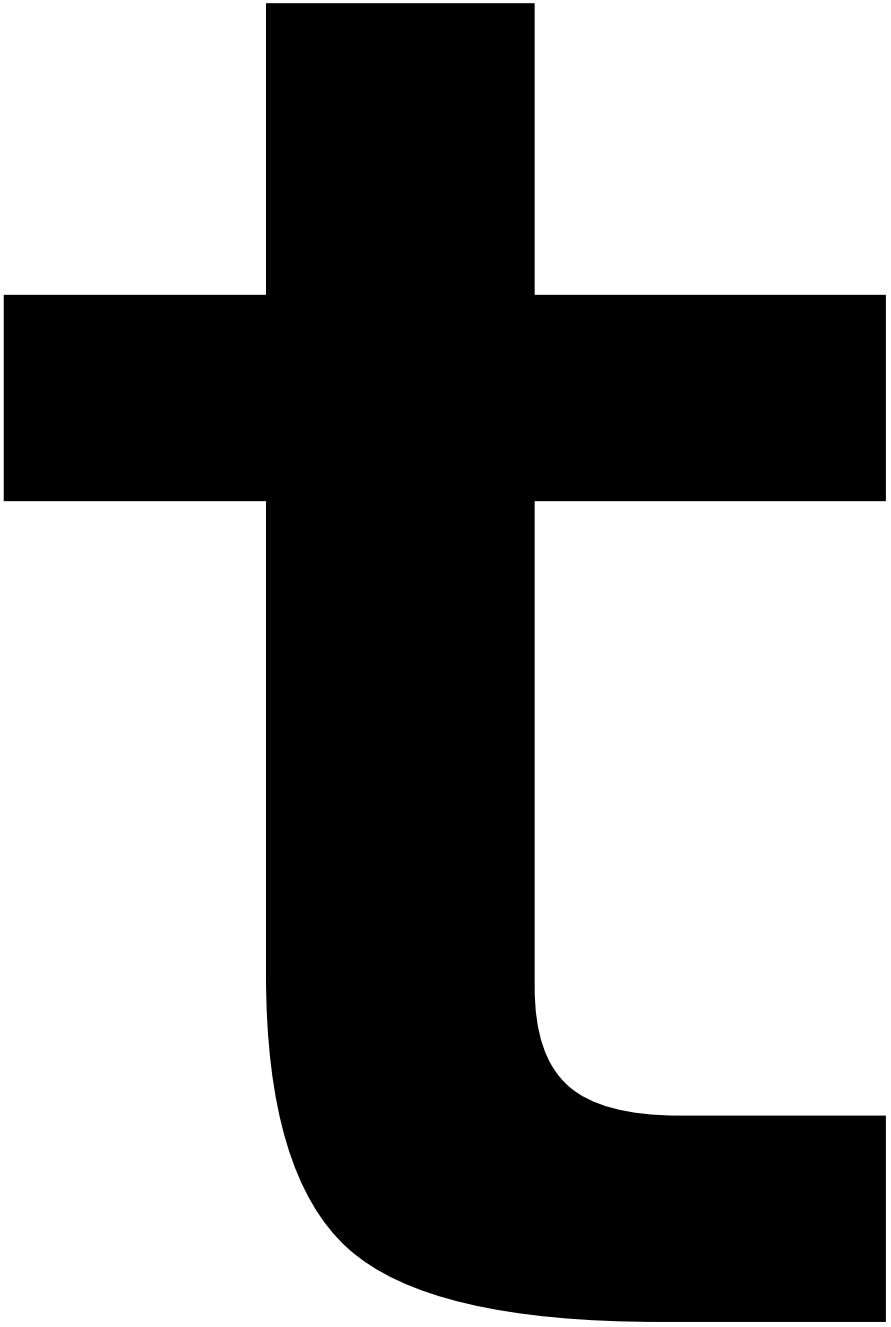




e



S



u

n

Q

S

r

e

Q

e

J

u

n

Q

N





m

sa

J

e



w

e



S

e

Q

e

S

C

h



e

h



Q



e



e



S



u

n

Q

S



e

Q

e

J

u

n

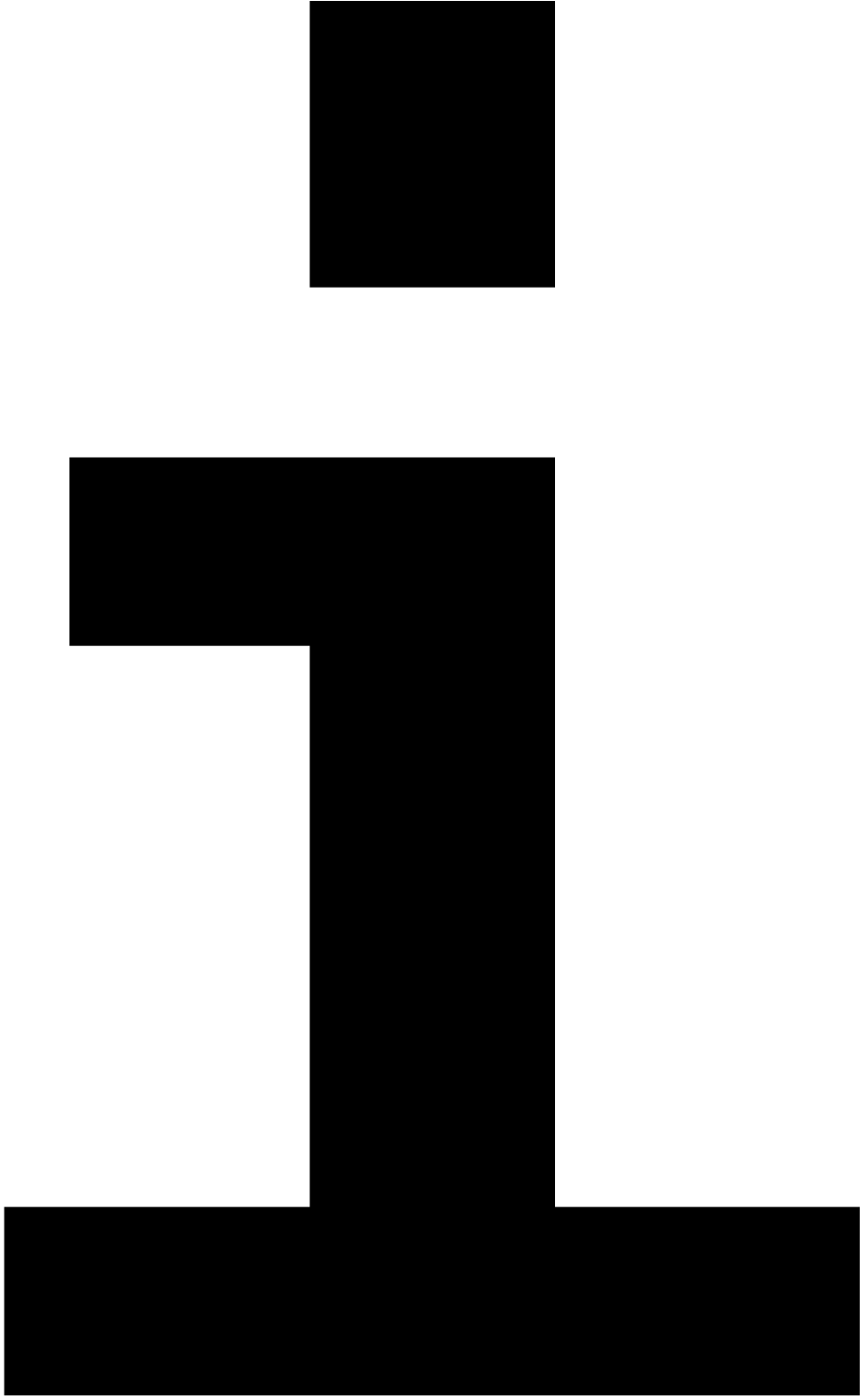
Q

10

e



S



e

Q

e

w

sa

S

S

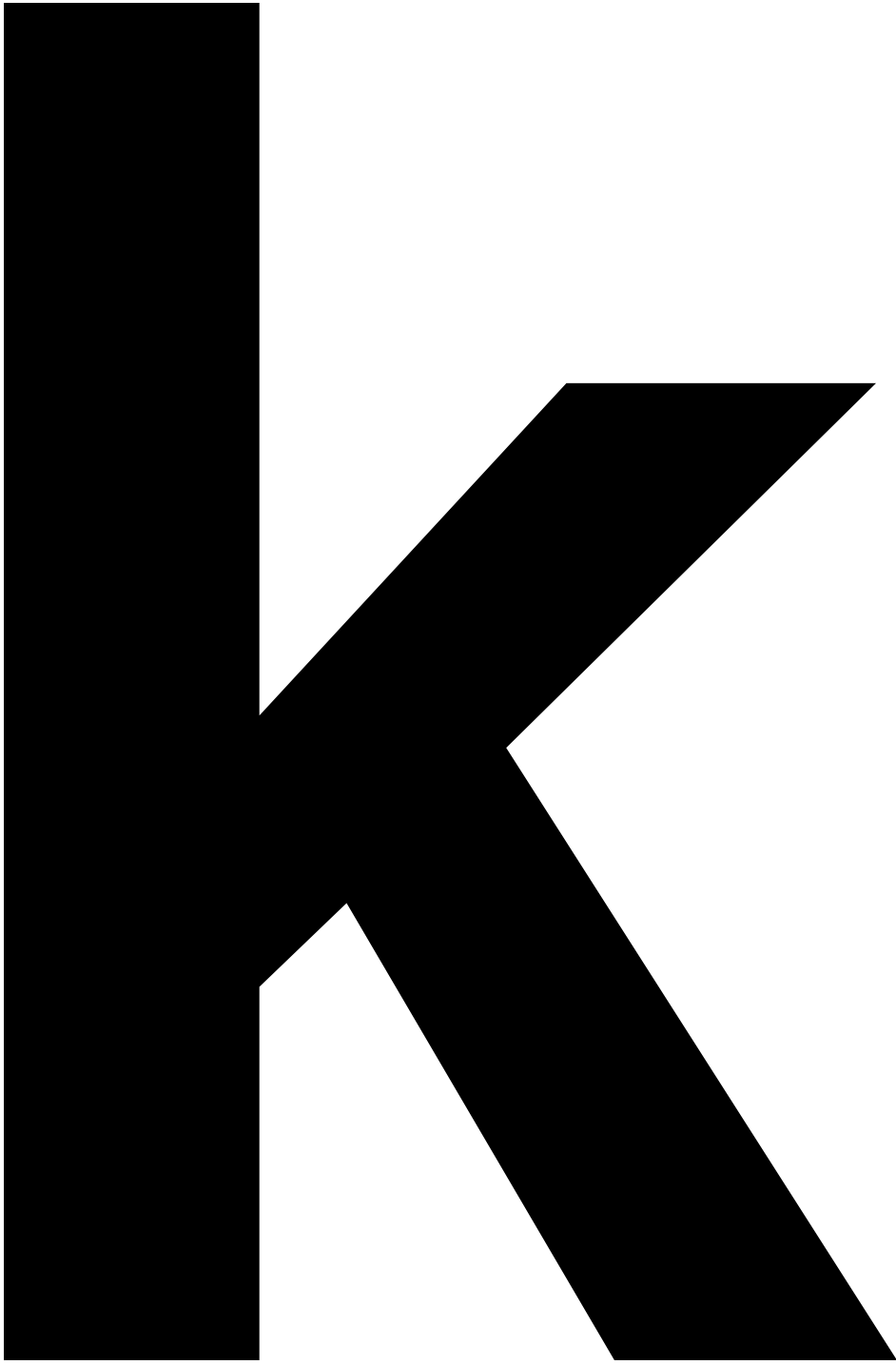
e





e

sa



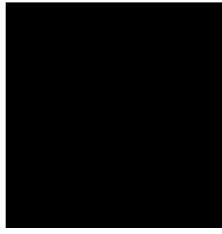
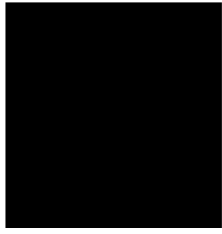






e

n



u

10

e



Q



e

S



e

u

e



S





10

e

u

n

Q

Q



e

U

m

w



5

J



o

u

m

o

e

n



D



e

S



e

u

e



S





5

10

e

Q



e

n

e

n

n

u



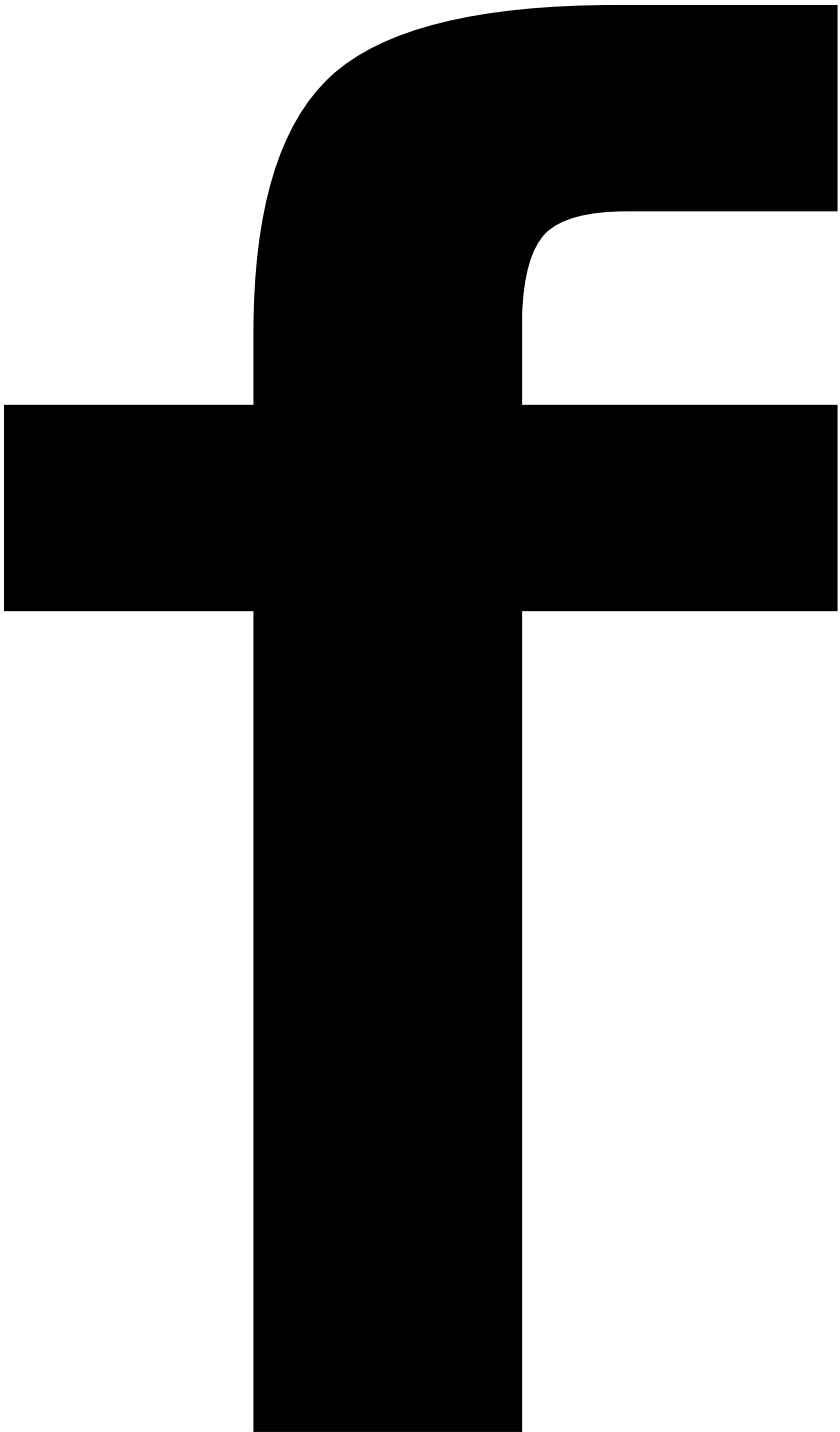


u

m

A

n



5a

h



e

n

u

n

Q

10



S

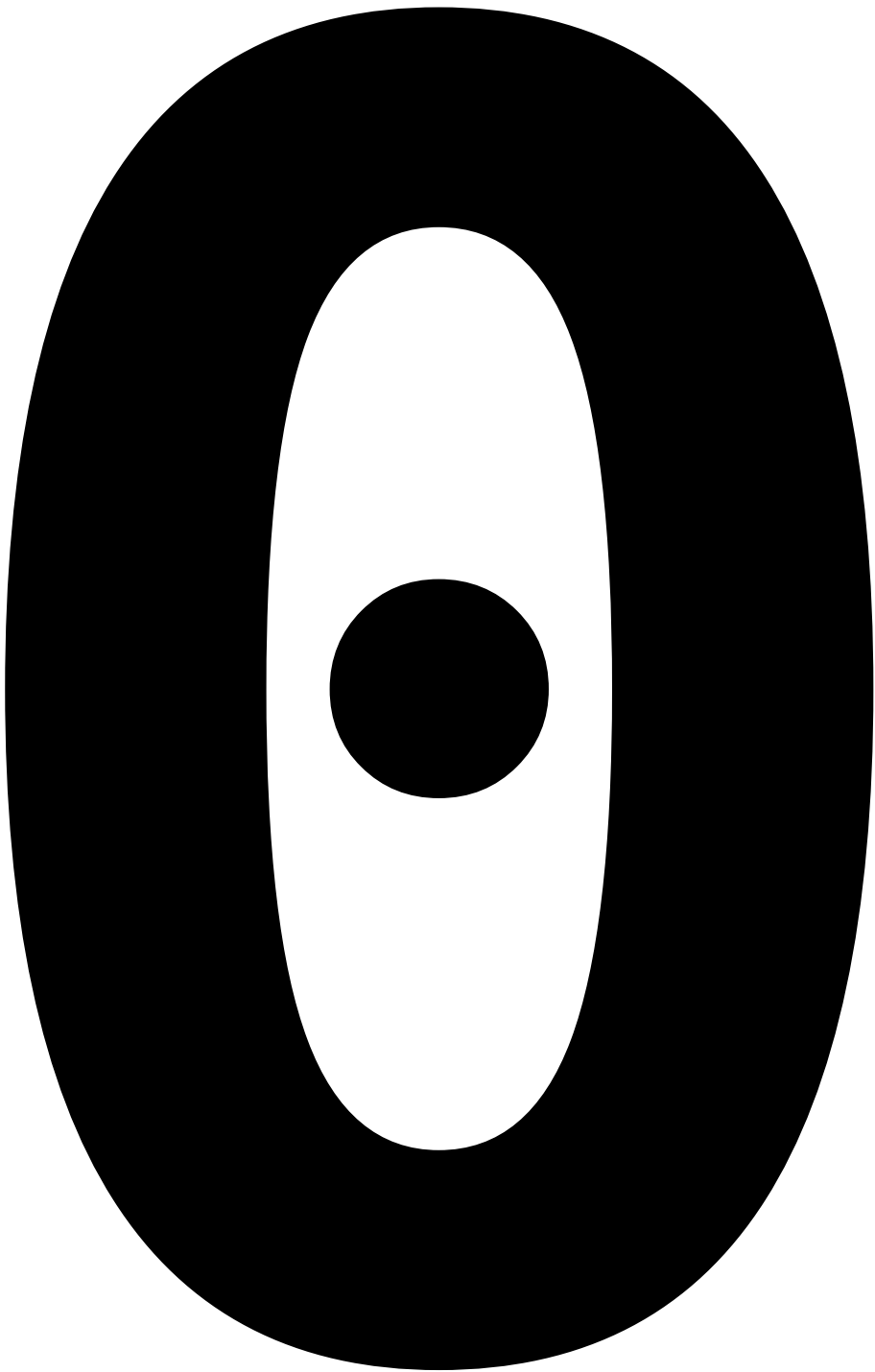
e

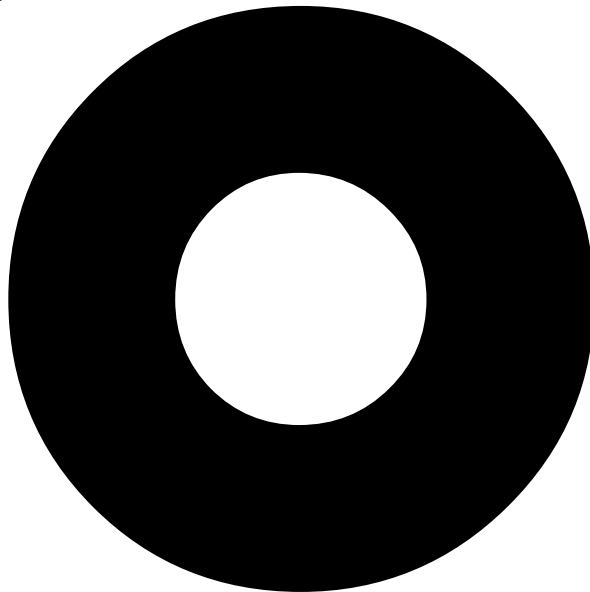
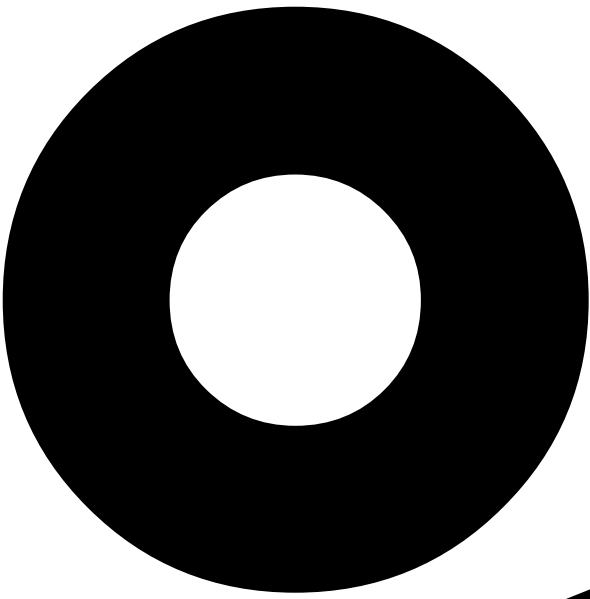


w

sa

5





Q

e



A

U

S

J

e

Q

u

n

Q

S

J

e



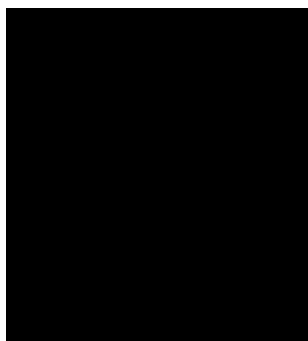
S

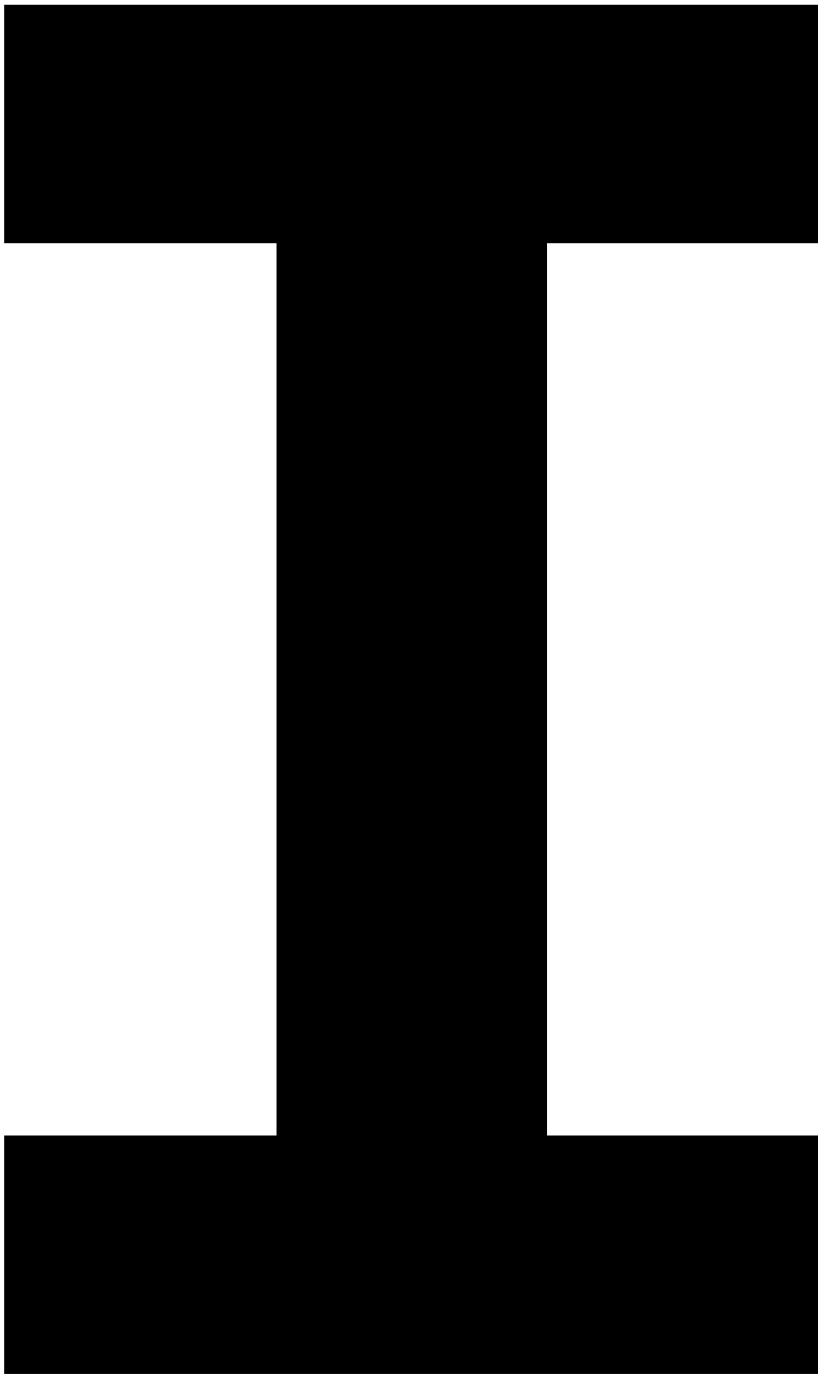


u

n

Q





m

B

e



e



C

h



10

e



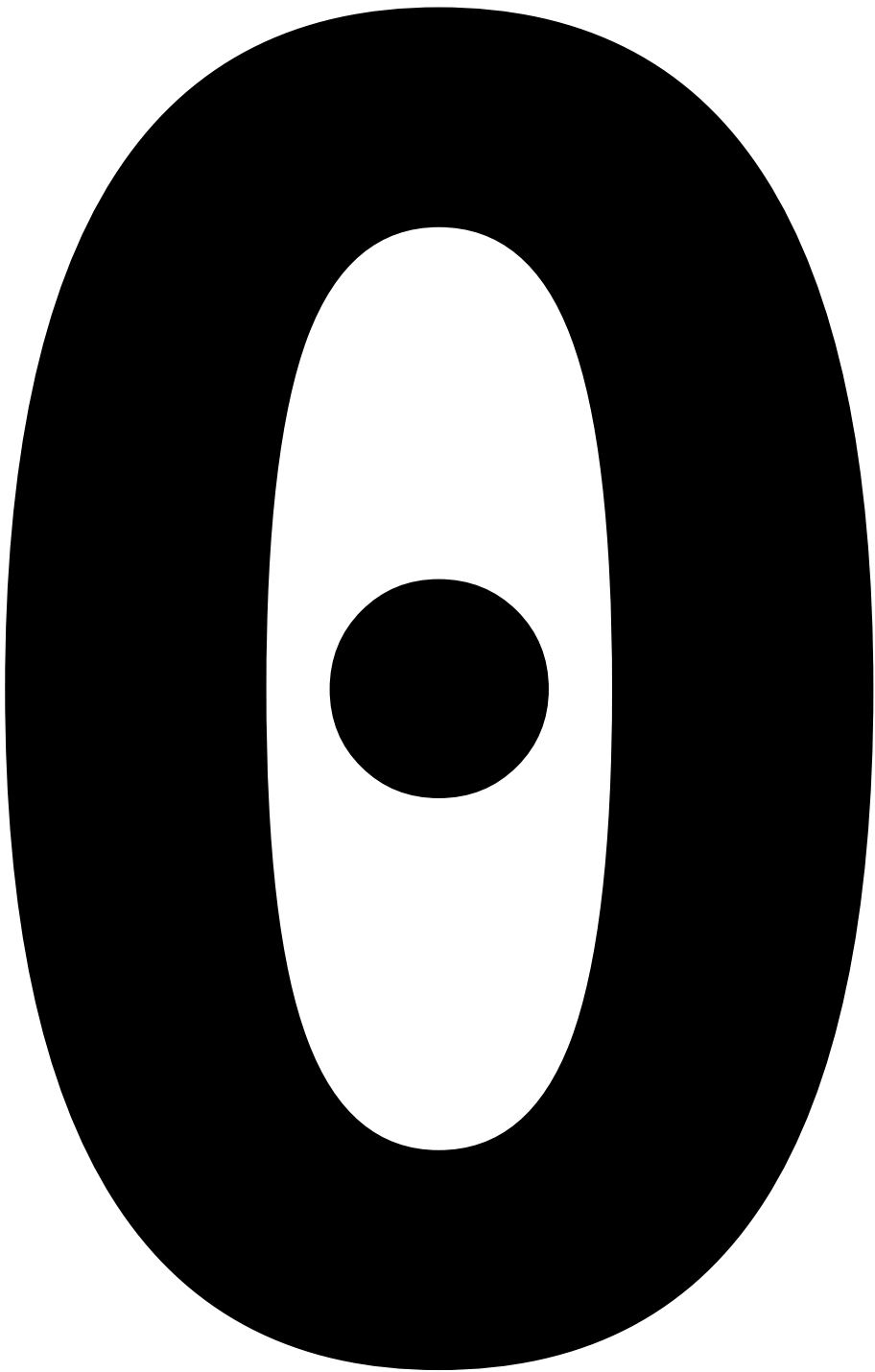
h

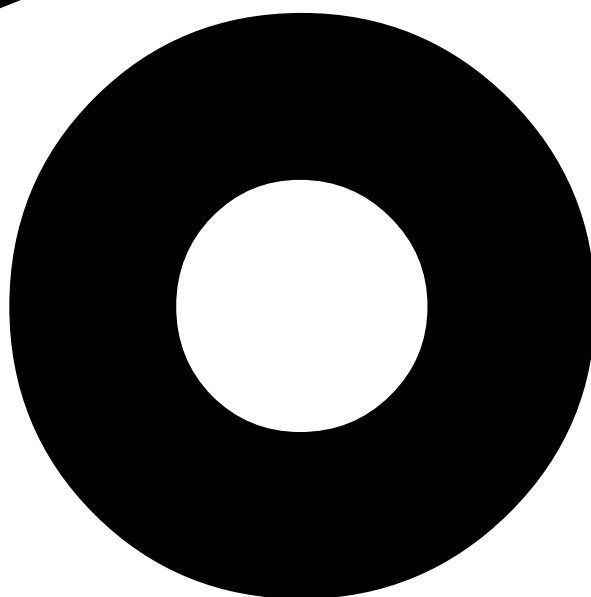
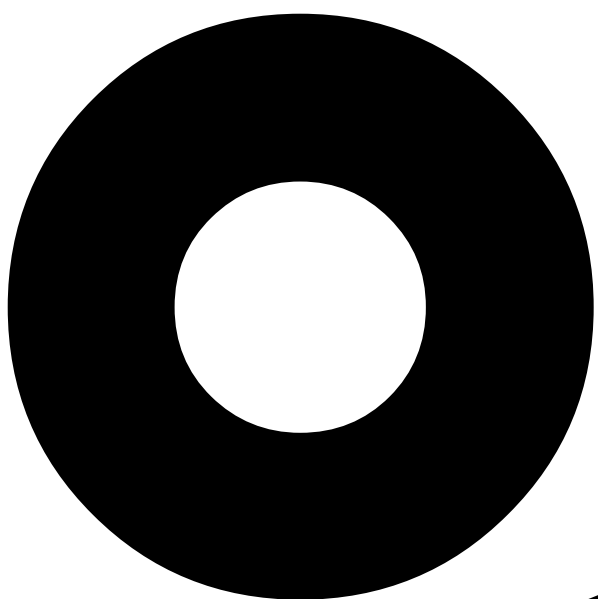
sa

J

10

6





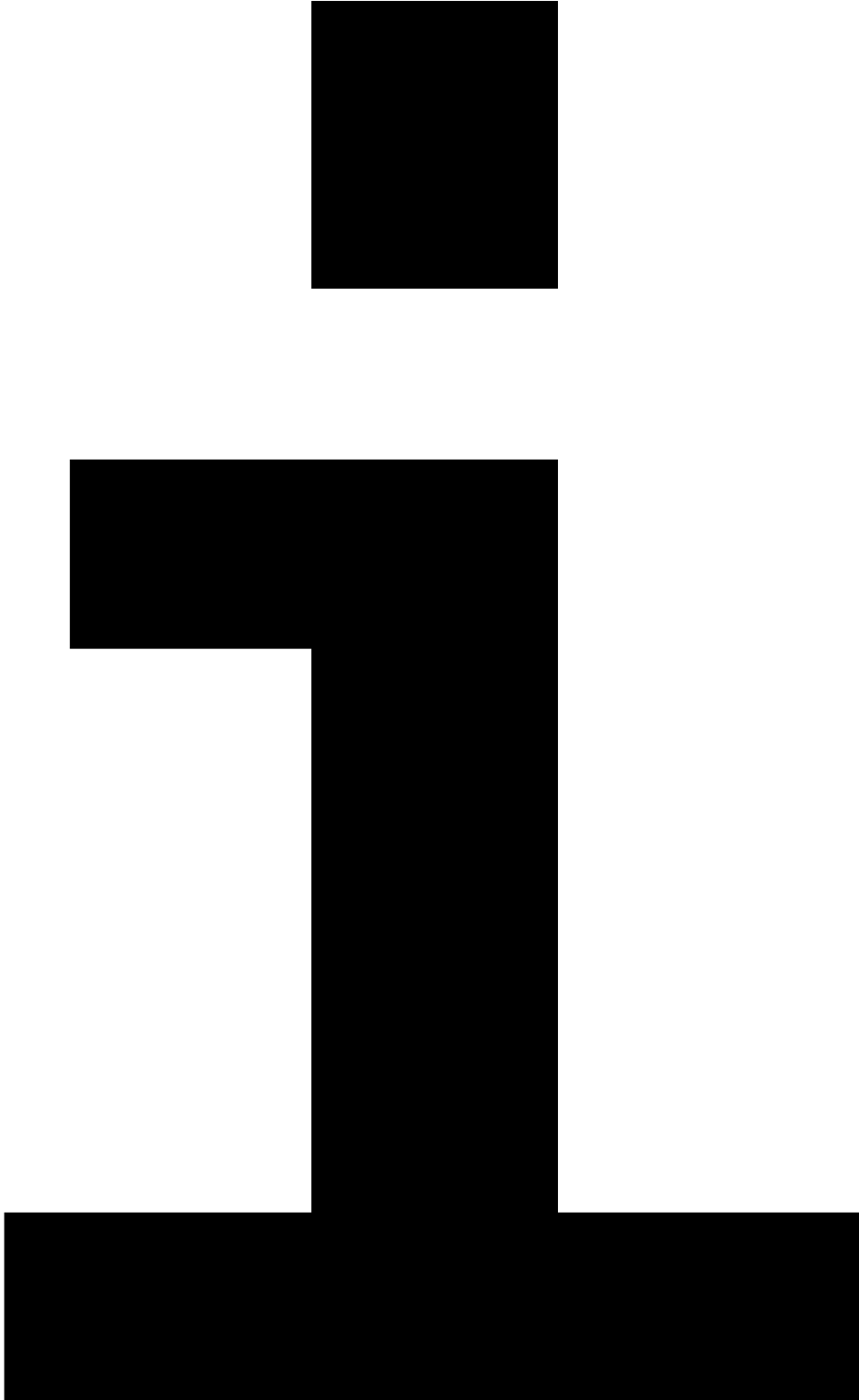
w





Q

Q



e



e



S



u

n

Q

n

u

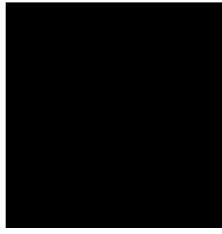
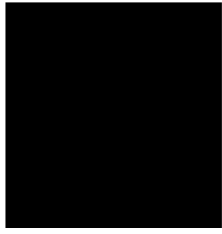


n



C

h



u

10

e



Q



e

U

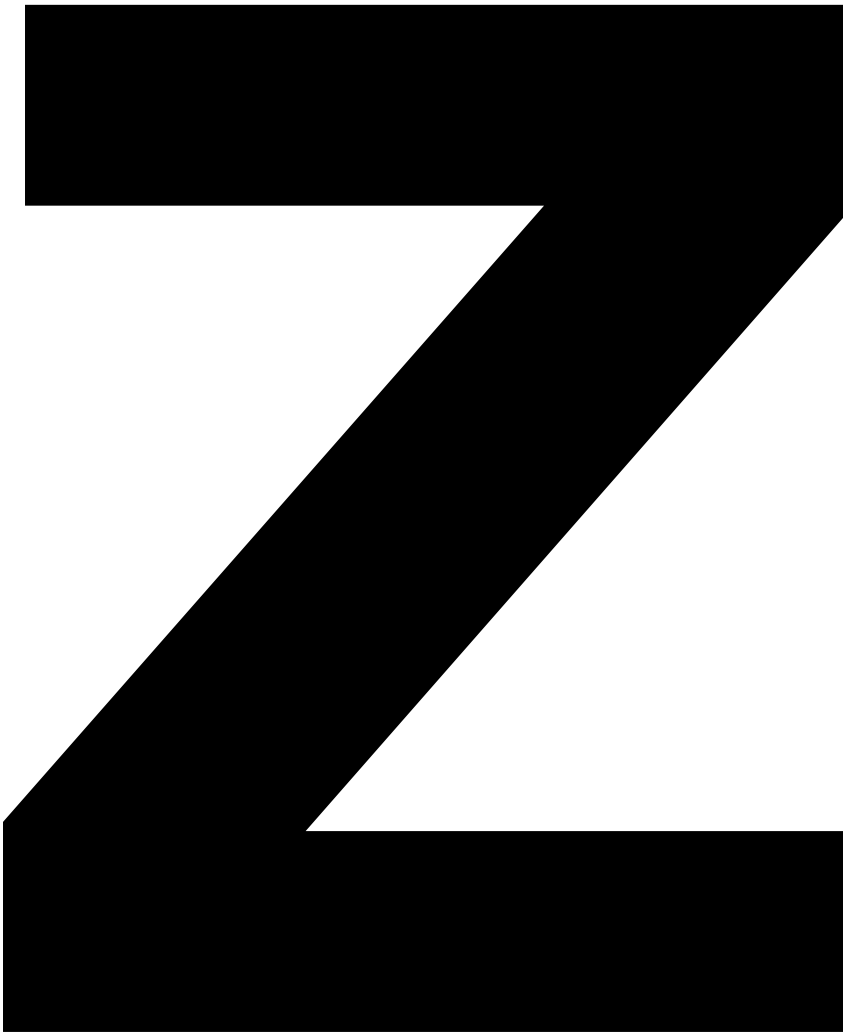
m

w



5

J



o

u

m

o

e

n

Q

u

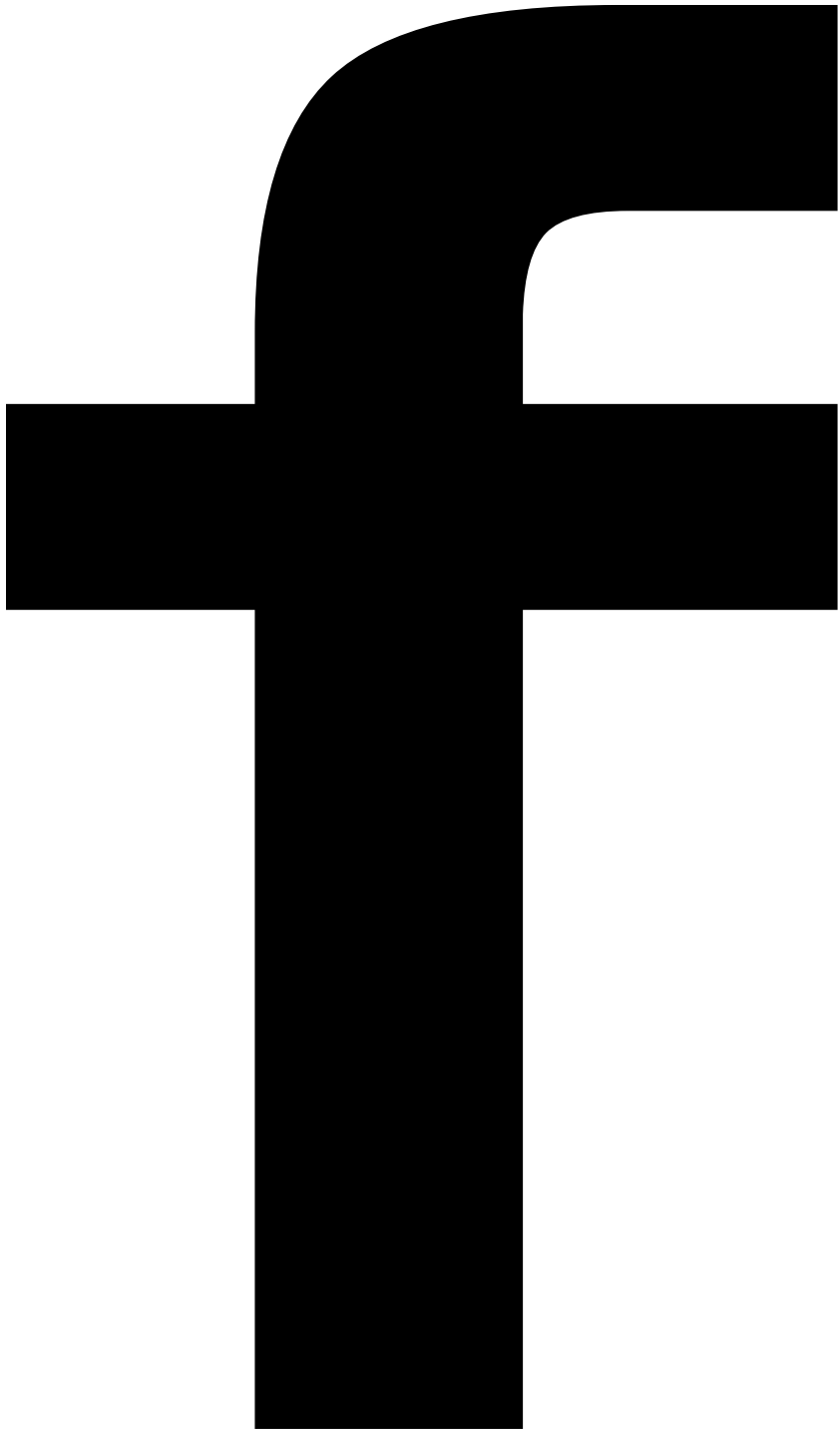


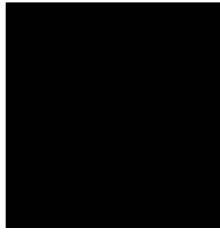
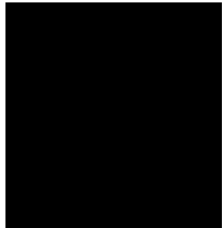
C

h

Q

e





u

h







D



e

S



e

u

e



S





10

e

Q



e

n

e

n

Q

sa

n

n

n

u

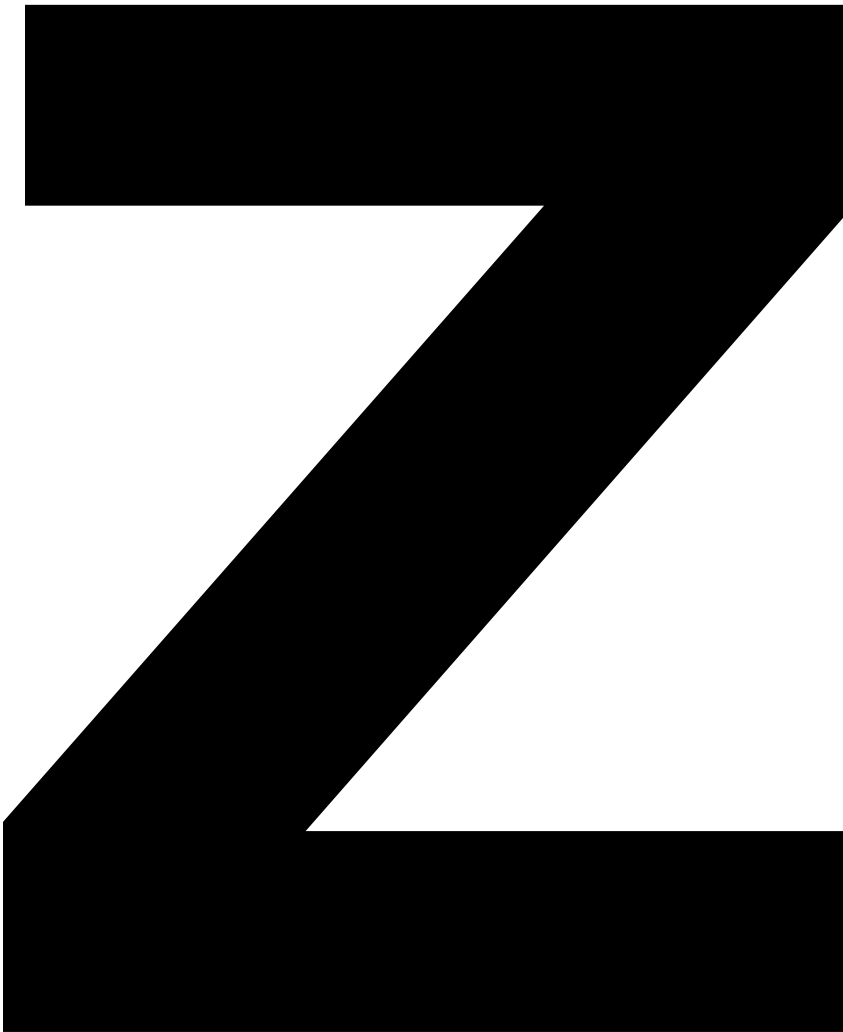


n



C

h



u



K



m

o

e

n

S

sa







n

Q

e

S

A

10

10



sa

n

Q

S



B

e



m

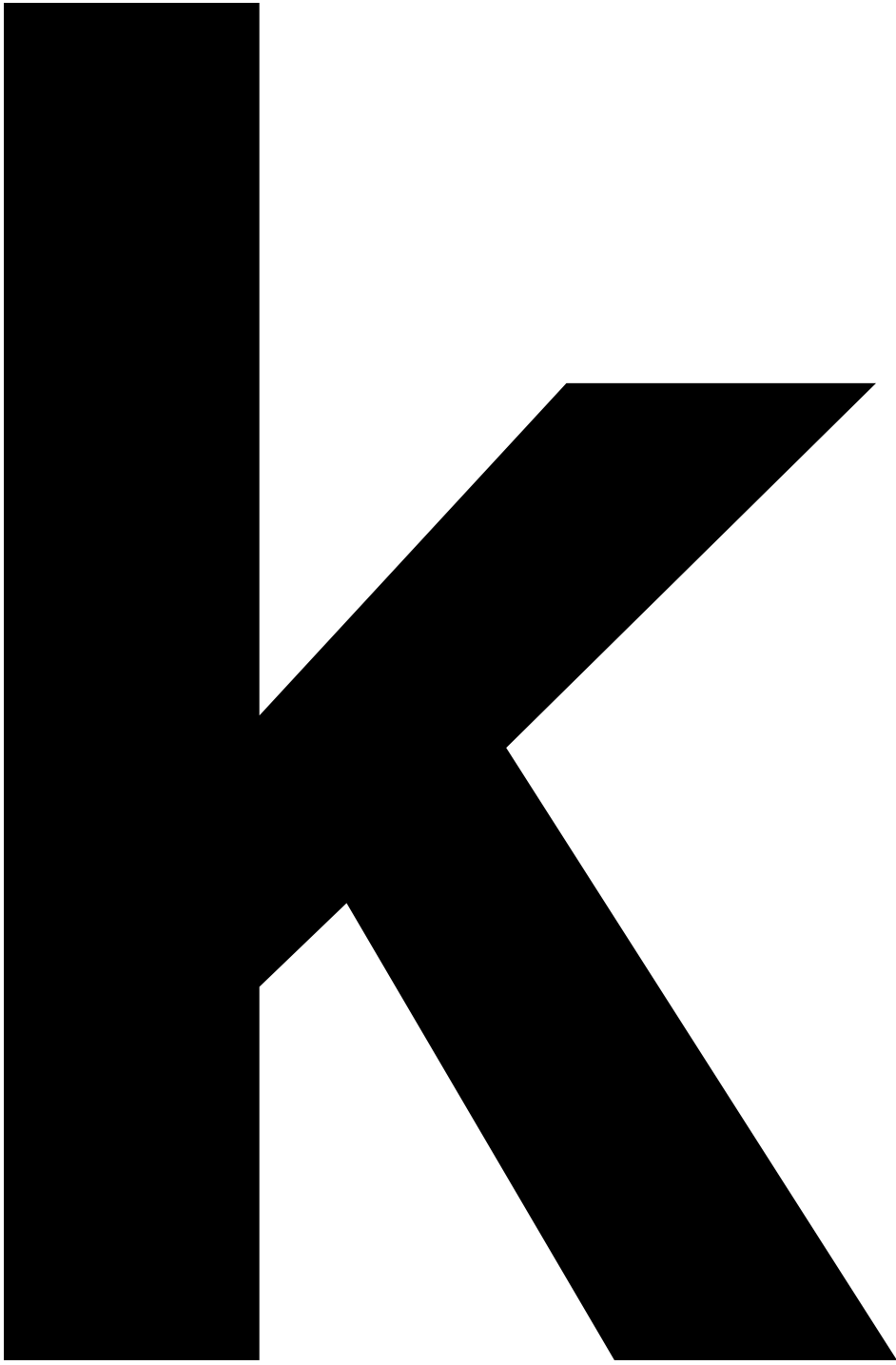


S

B

w

R



sa

n

n

Q

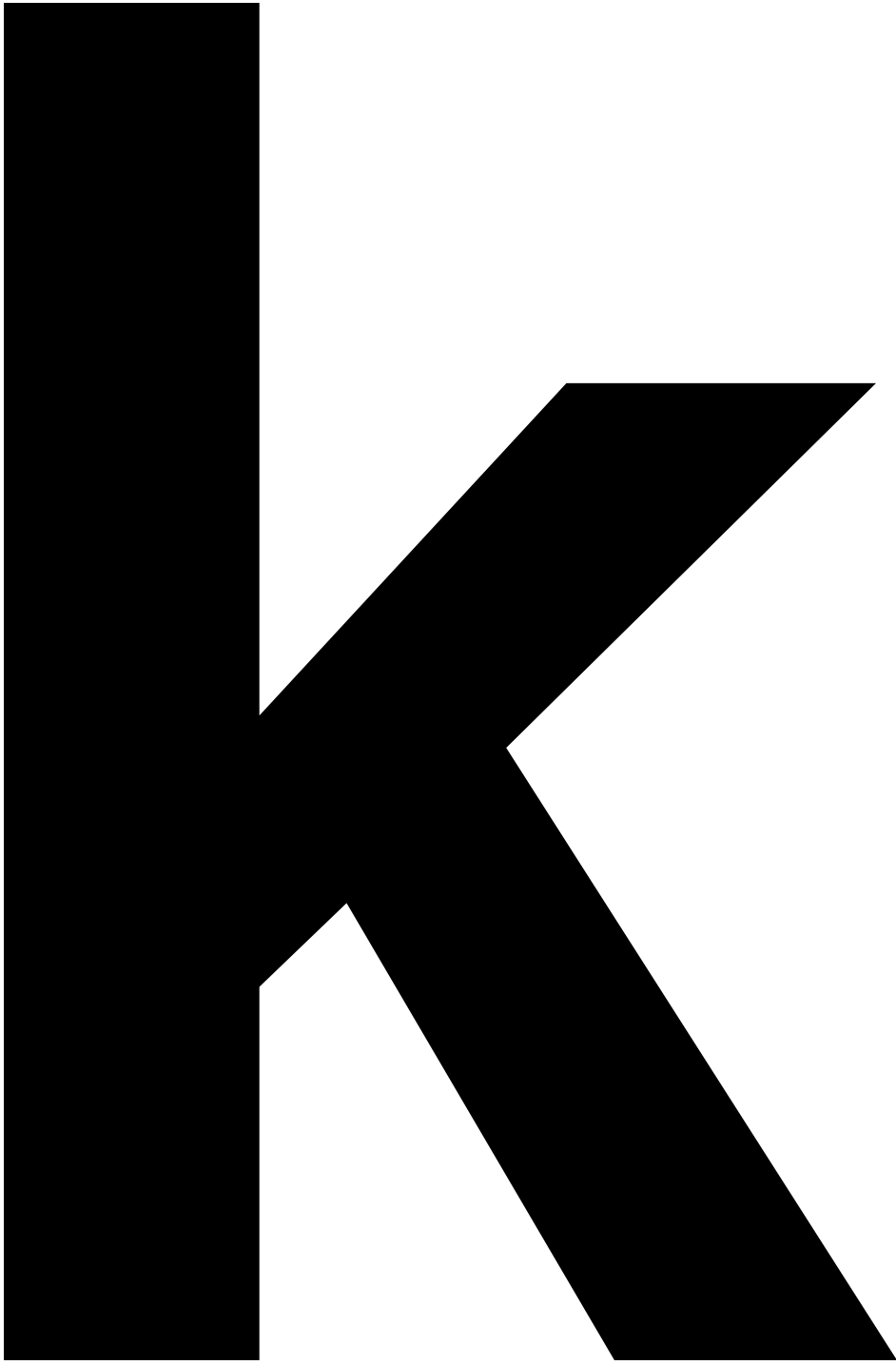
e



R

e

sa









Q

u



C

h

J

sa

n

Q

S

sa

m

e

S





e

h

e

n

Q

e



S



e

u

e



S





5

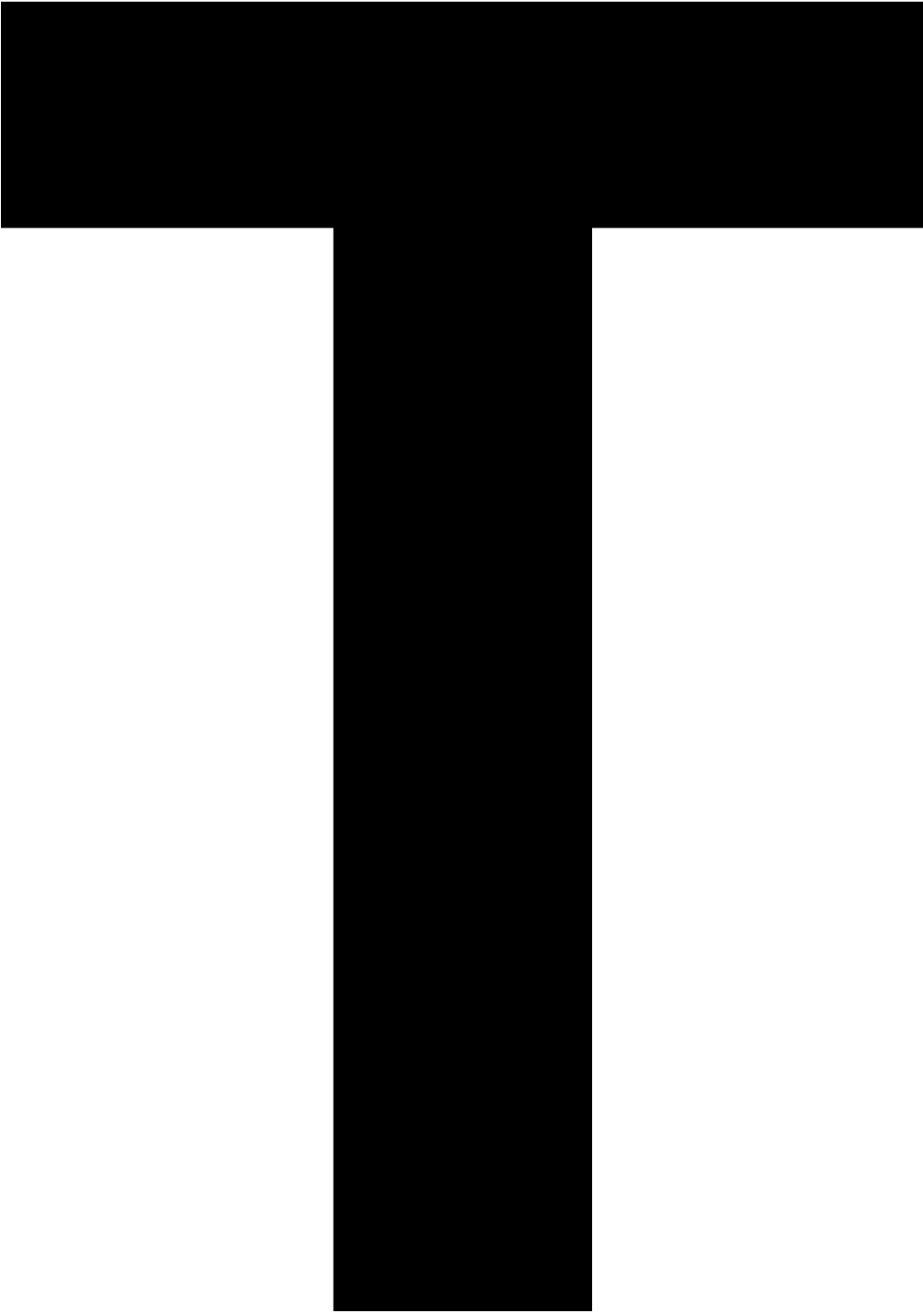
10

e

sa

u





e

m

o

e



sa



u



Q

e

10



sa

C

h



w

e



Q

e

n



D

sa



m

S



e

Q

e

10

e

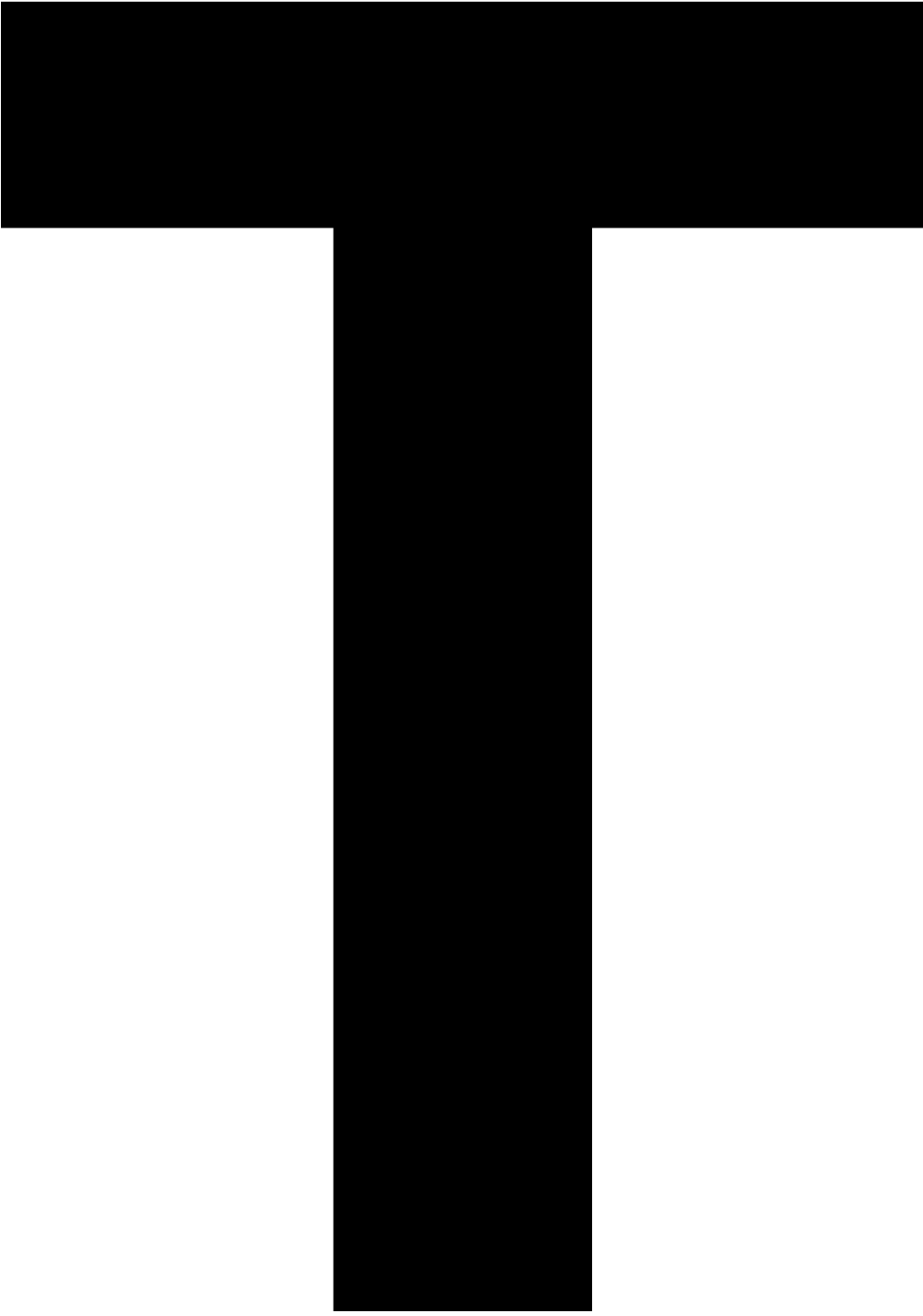


e



C

h



e

m

o

e



sa



u



u

n

Q

D



u

C



m





e



n

sa

n

Q

e



Q

e





o

o

e

J



S



n

Q



S



e



Q



sa

u

C

h

Q

e

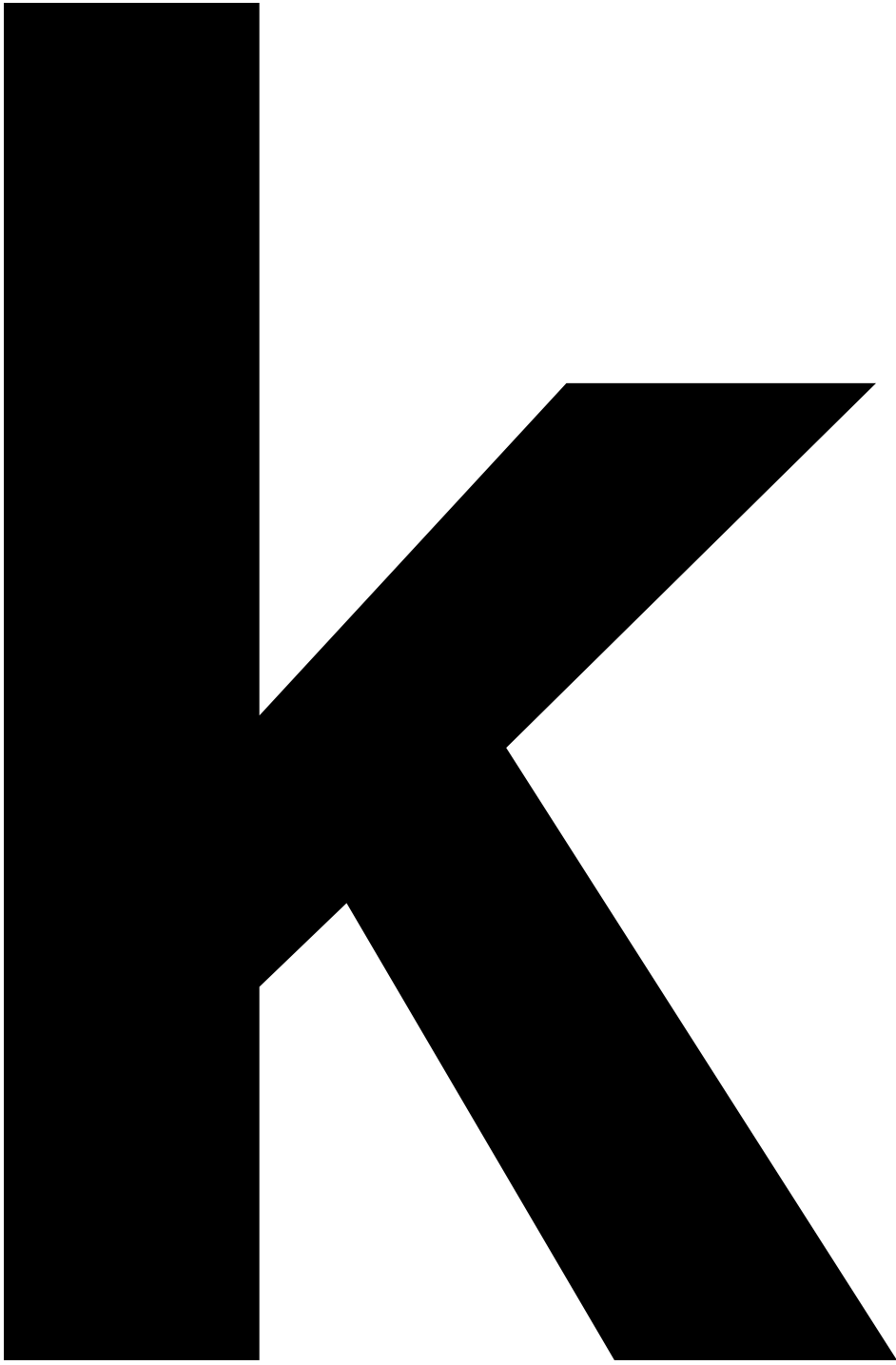


D



u

C





m

n

u



J

e

sa



e

n

S

V

S



e

m

e

n



S

o



e

C

h

e

n

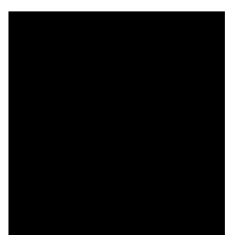
Q

sa

n



w



u



Q

e

m

sa

n



e



n

e

n

D

5a

m

o



e

n



n

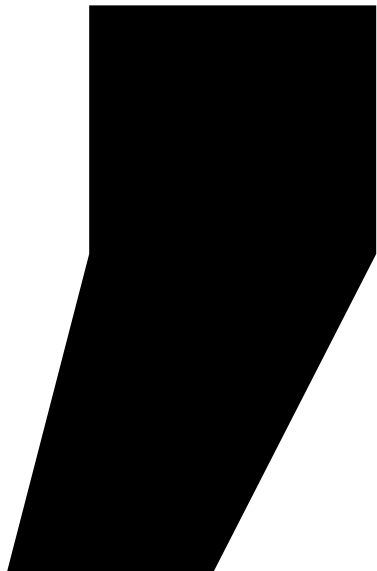
e

h

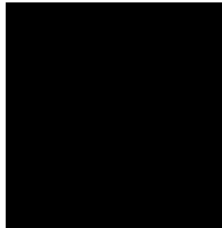
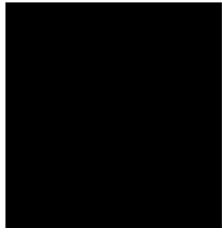
m

e

n



w



u



Q

e

Q

e

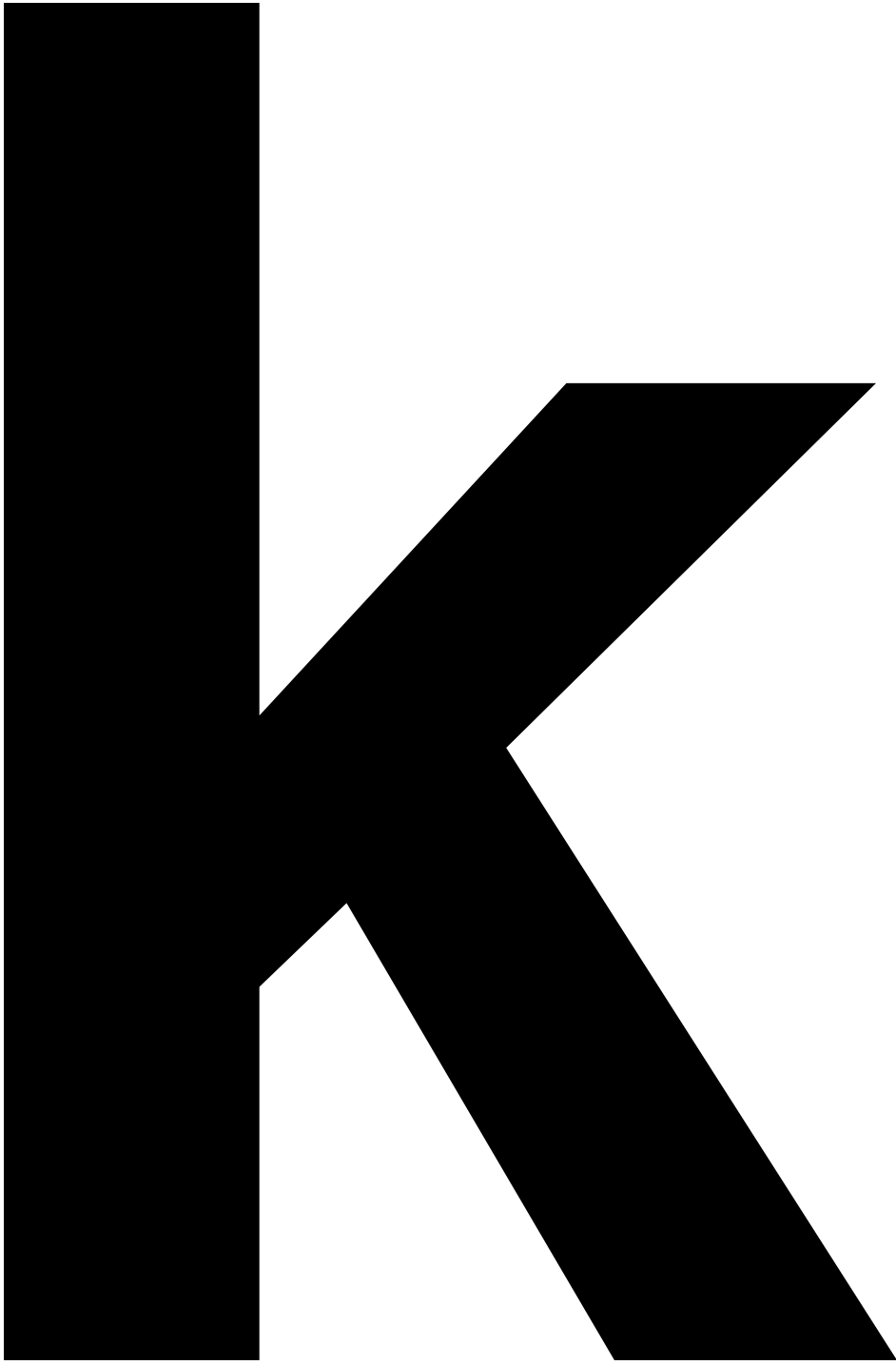


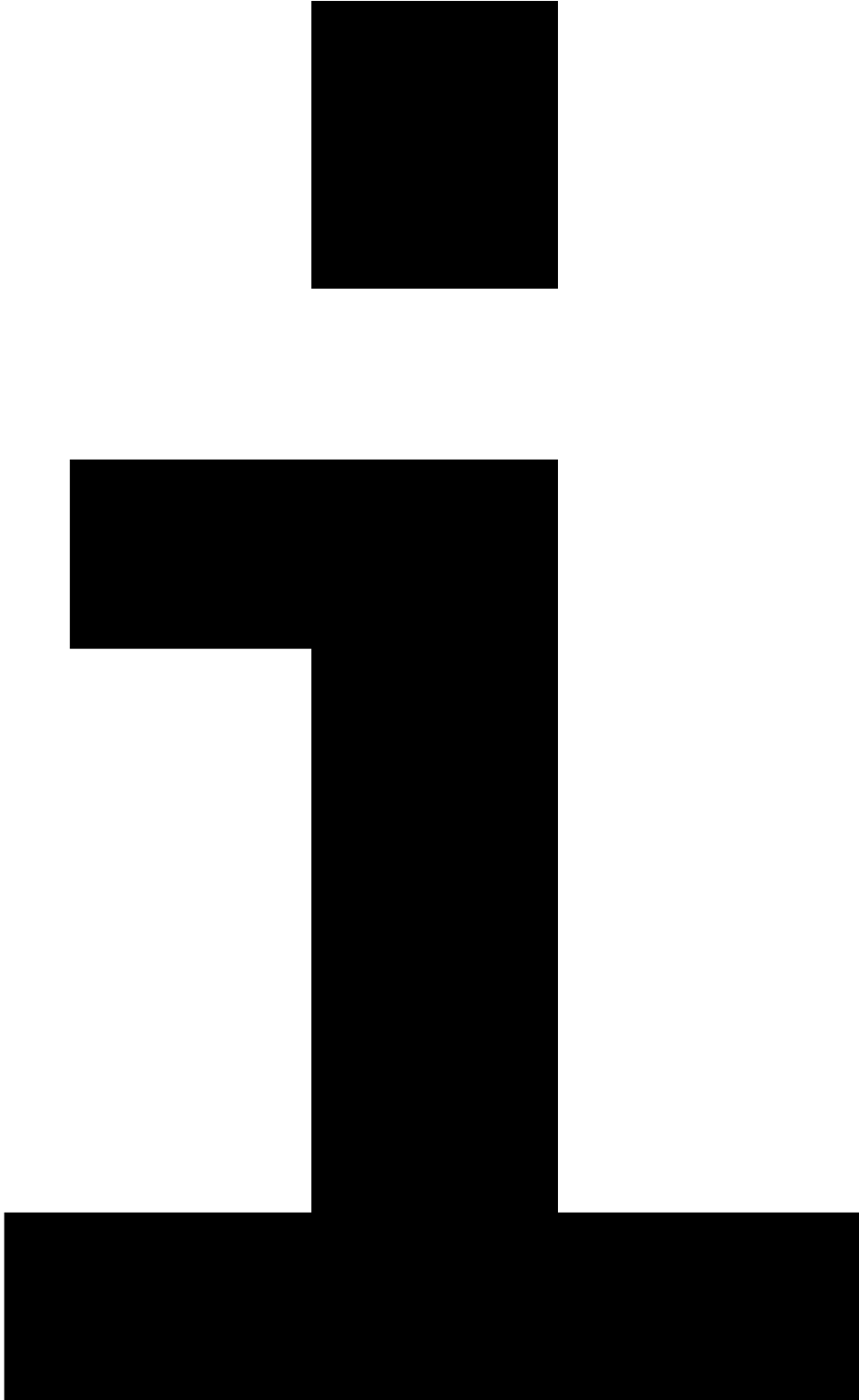
D



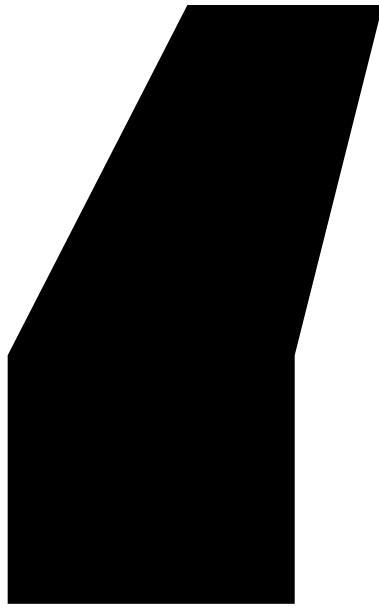
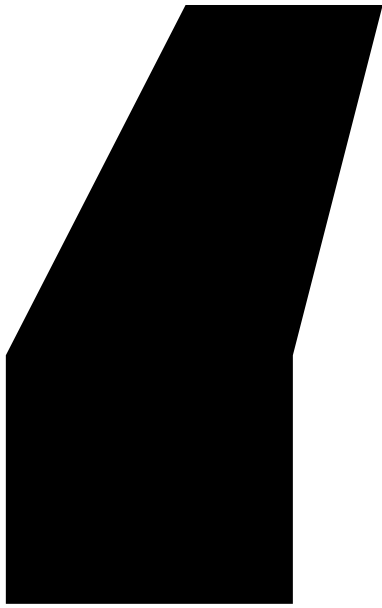
u

C





m



K

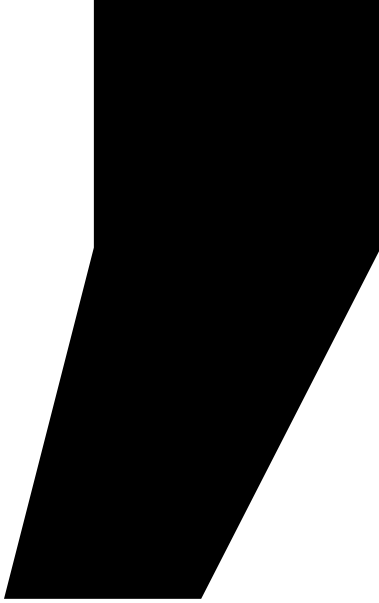
e

S

S

e

J





m

m

e



w

e





e



sa

n

S



e



Q

e

n



10



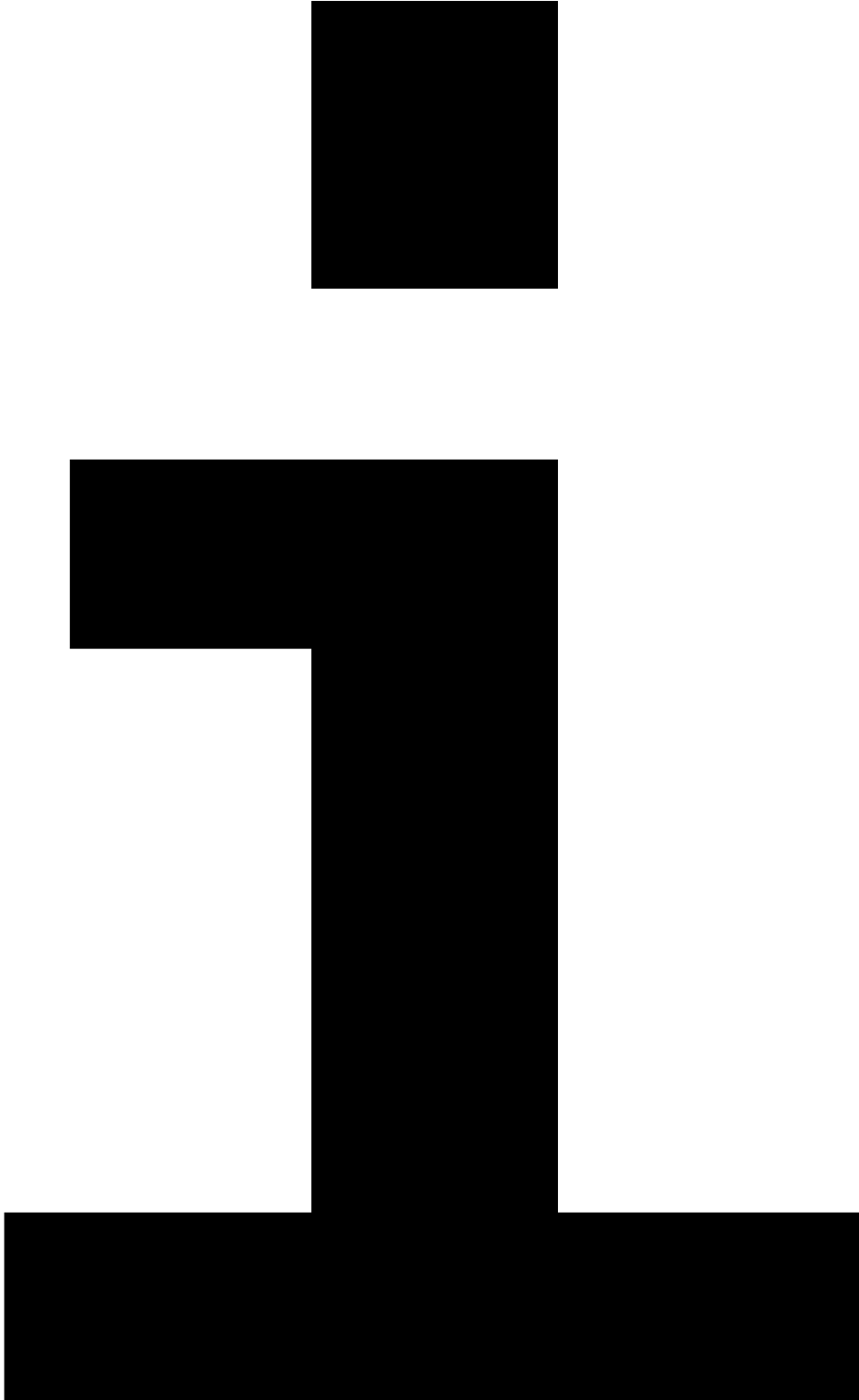
S

Q



e

S



C

h

e



h

e





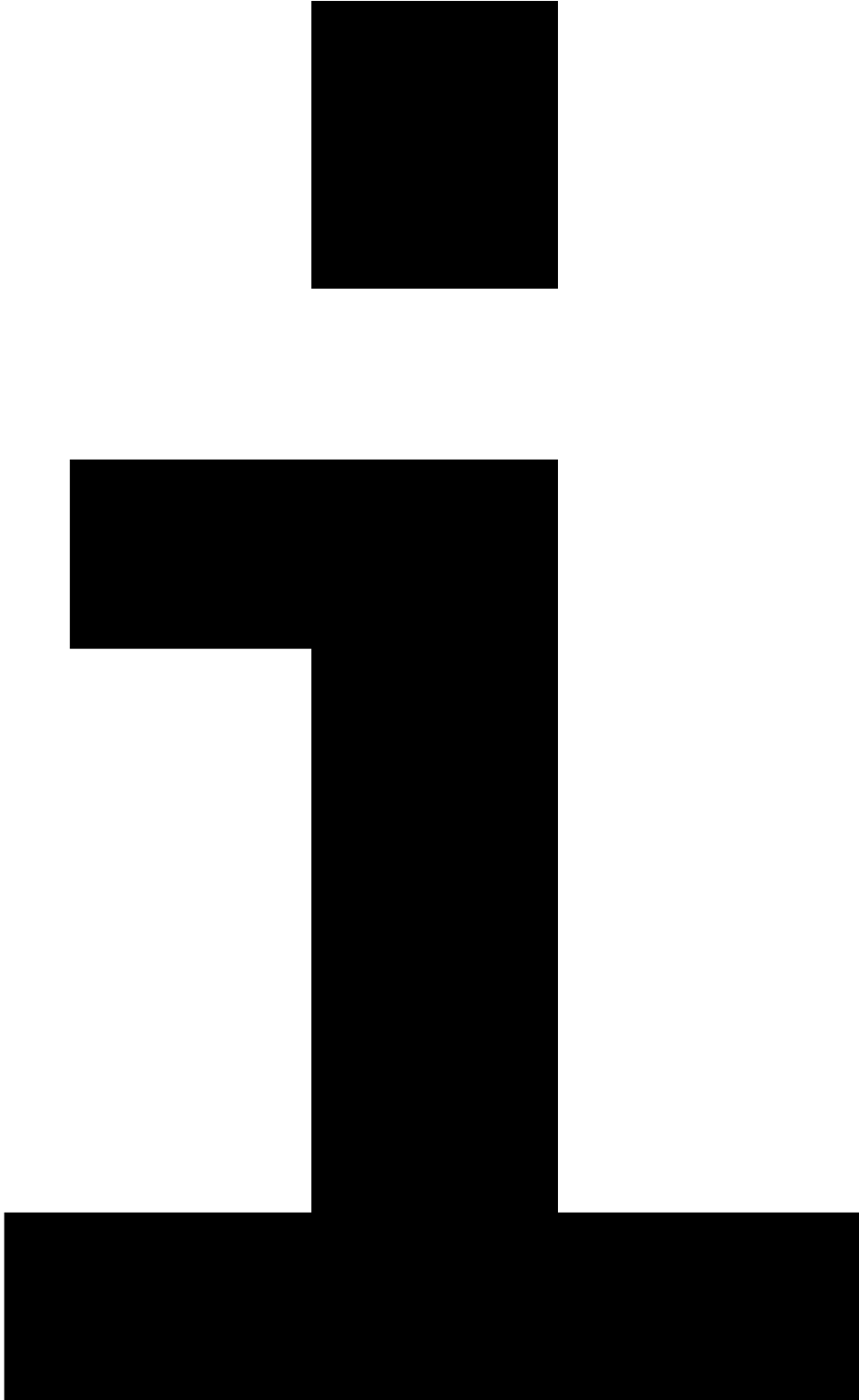
S

V

e

n





J

e

5a

n

S

o



e

C

h

e

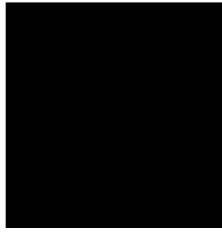
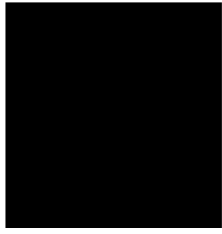
n



N

sa





u



J



C

h

w





Q

S



10

sa

J

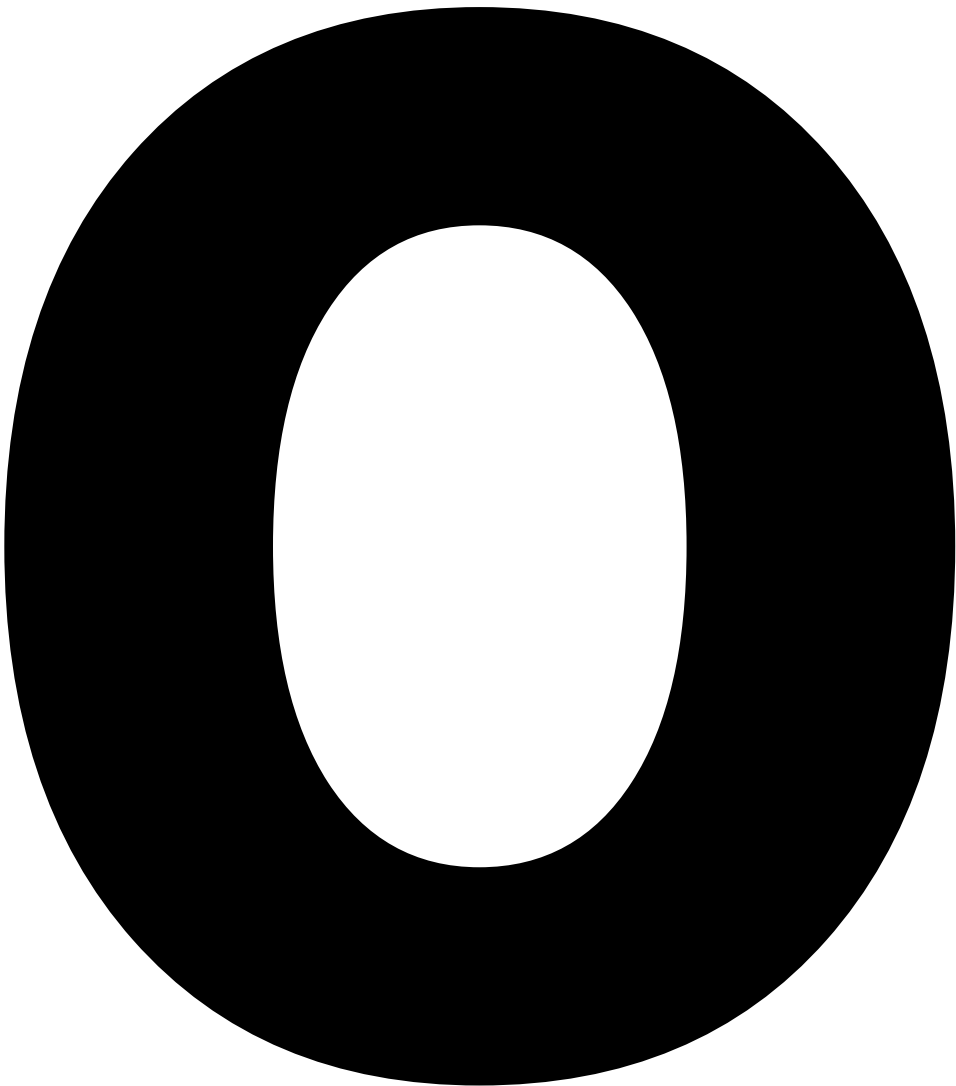
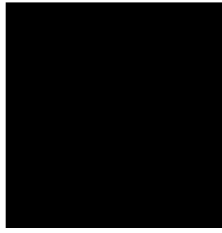
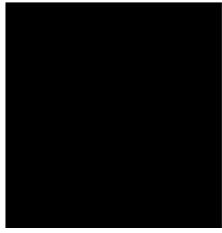
Q

w



e

m



Q

J



C

h

D

sa

m

o



e

n



n



m

m

e

n



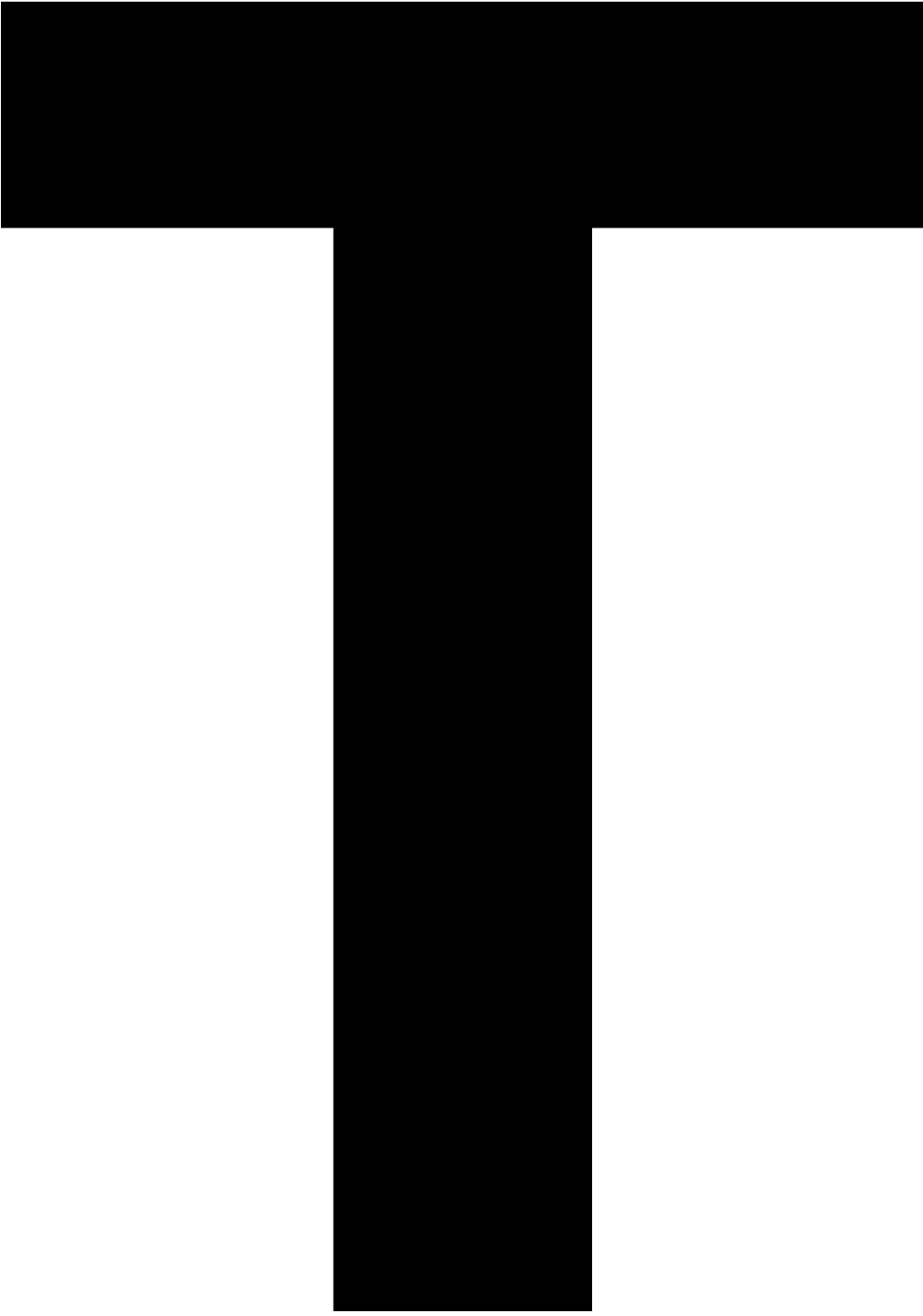
u

m

Q



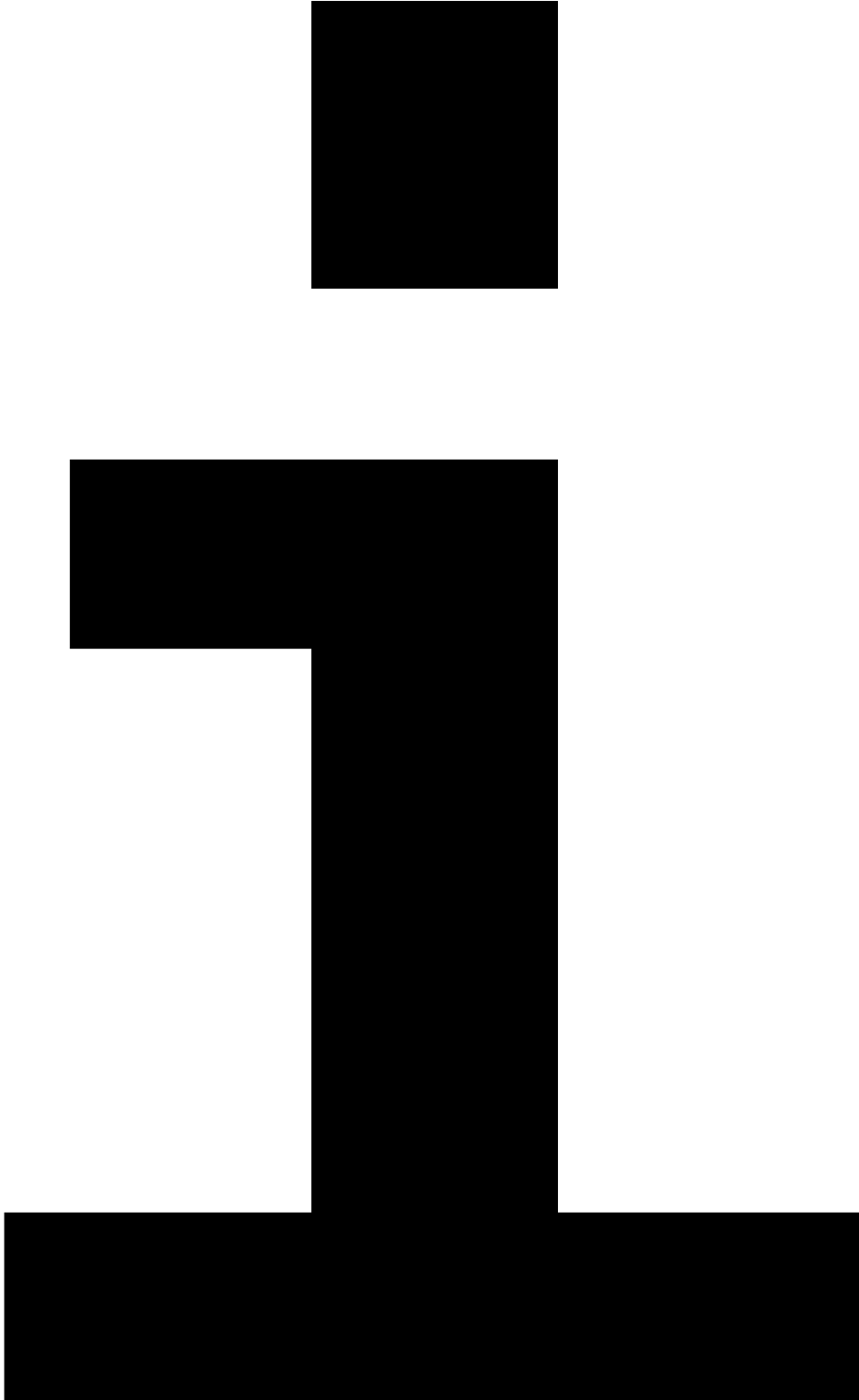
e



u



10



n

e

u

n

Q

Q

sa

S

Q

e

S

sa

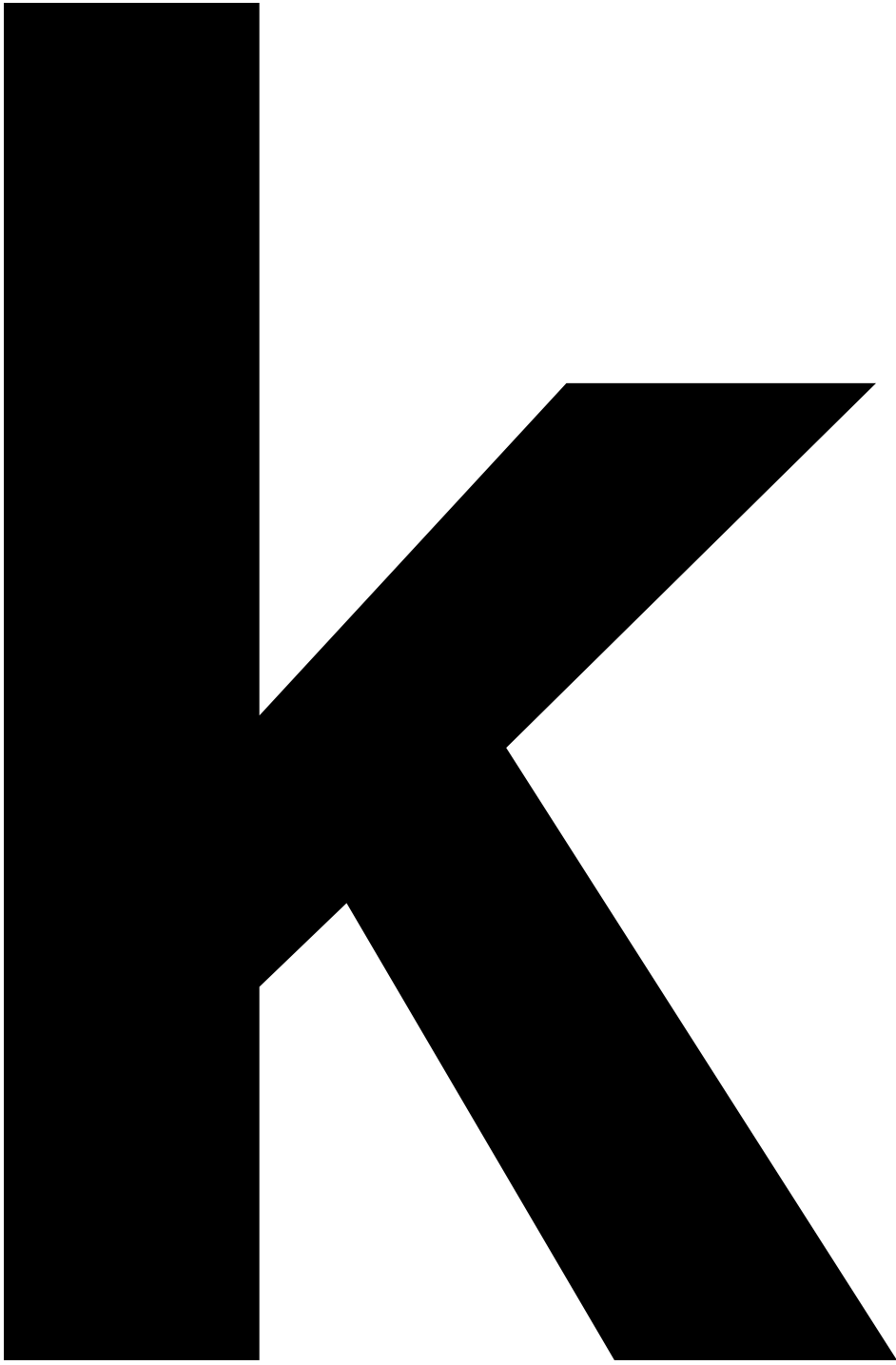
m



e

n

u



J

e

sa



e

S

V

S



e

m

Q

sa

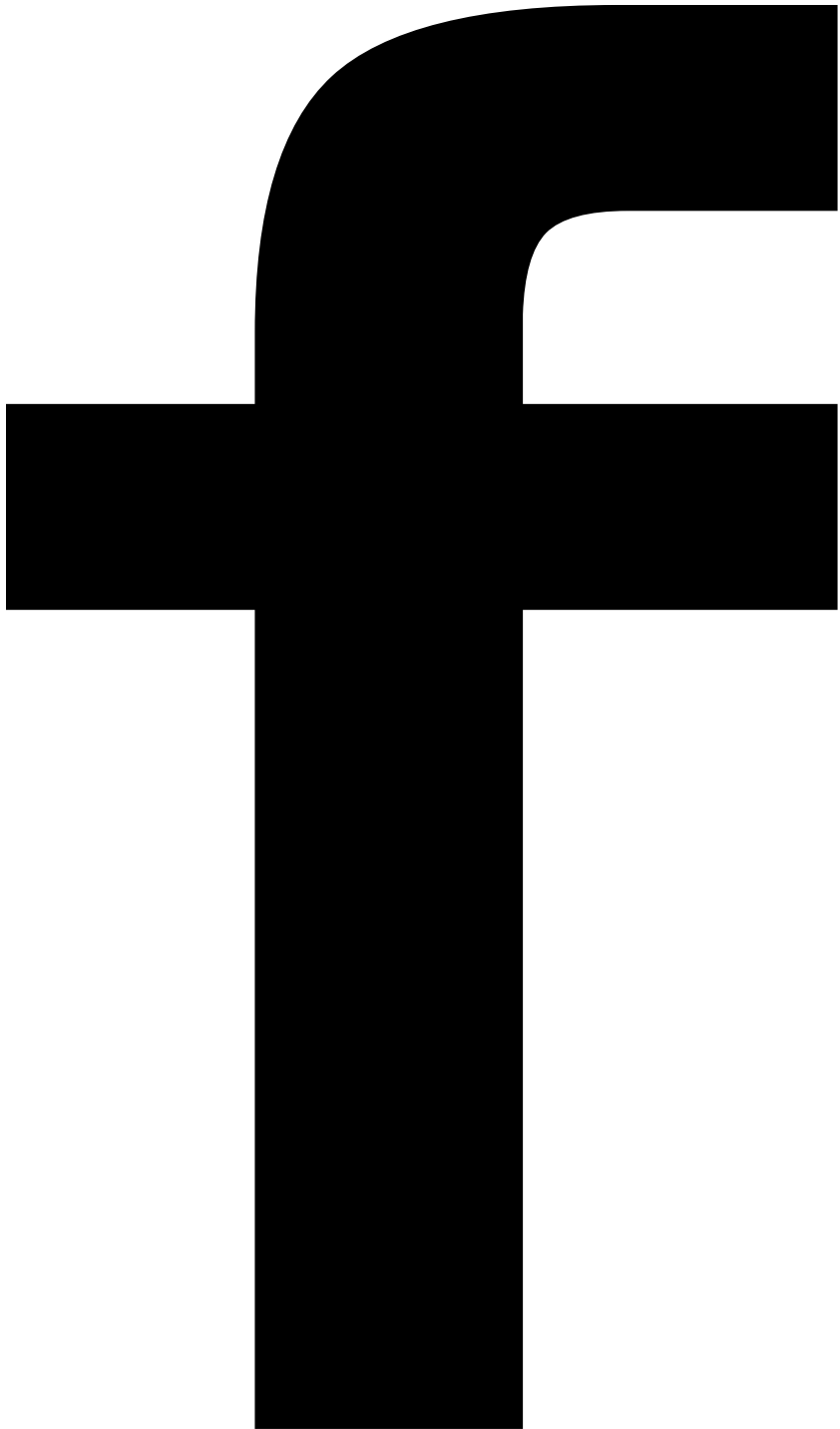
m

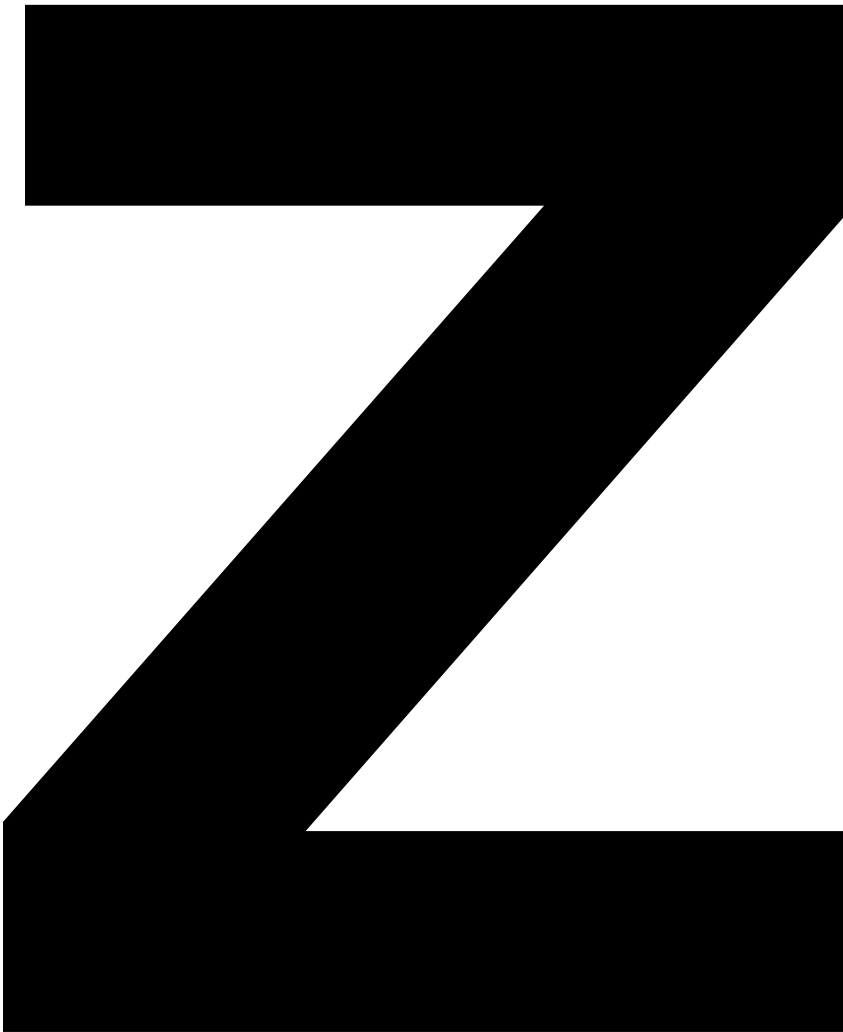




sa

u





u

w



5a



m

e

n



w

e

n

n

m

sa

n

sa

10

e



D

sa

m

o

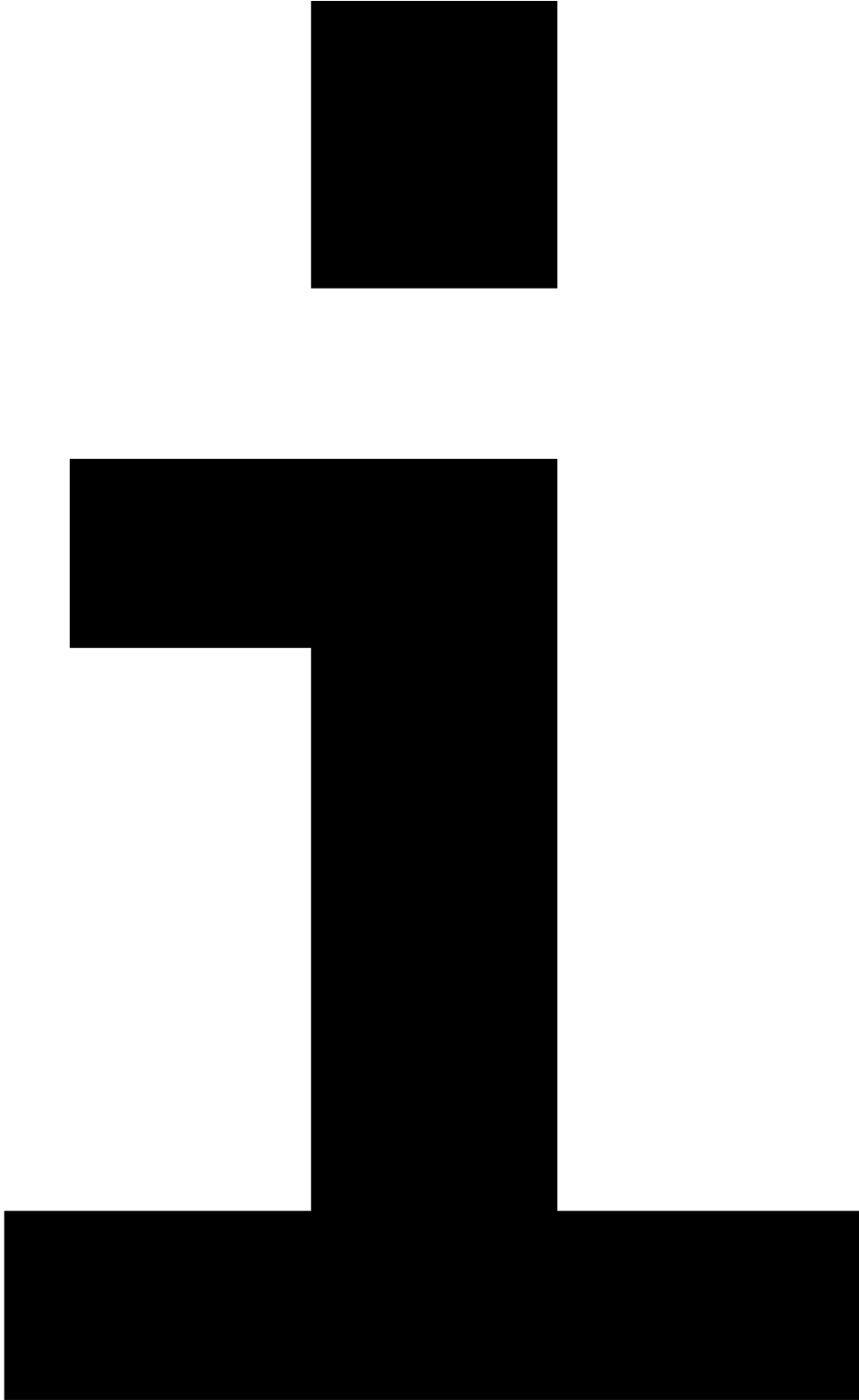


e

n



n



m

m





m

u

RS

Q

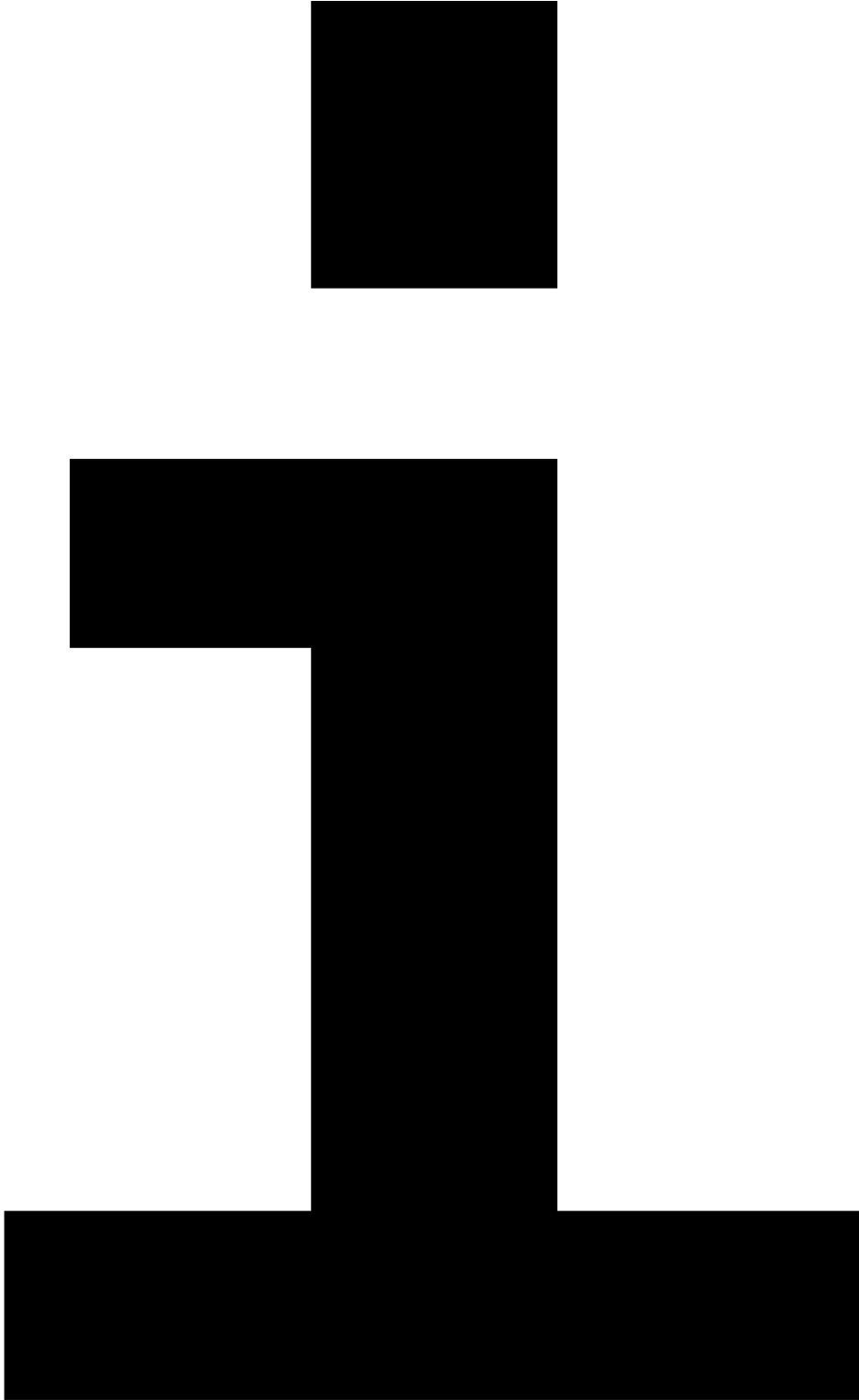


e

Q

J

e



C

h

e

M

e

n

Q

e

Q

u



C

h

S

o

e



S

e

w

sa

S

S

e



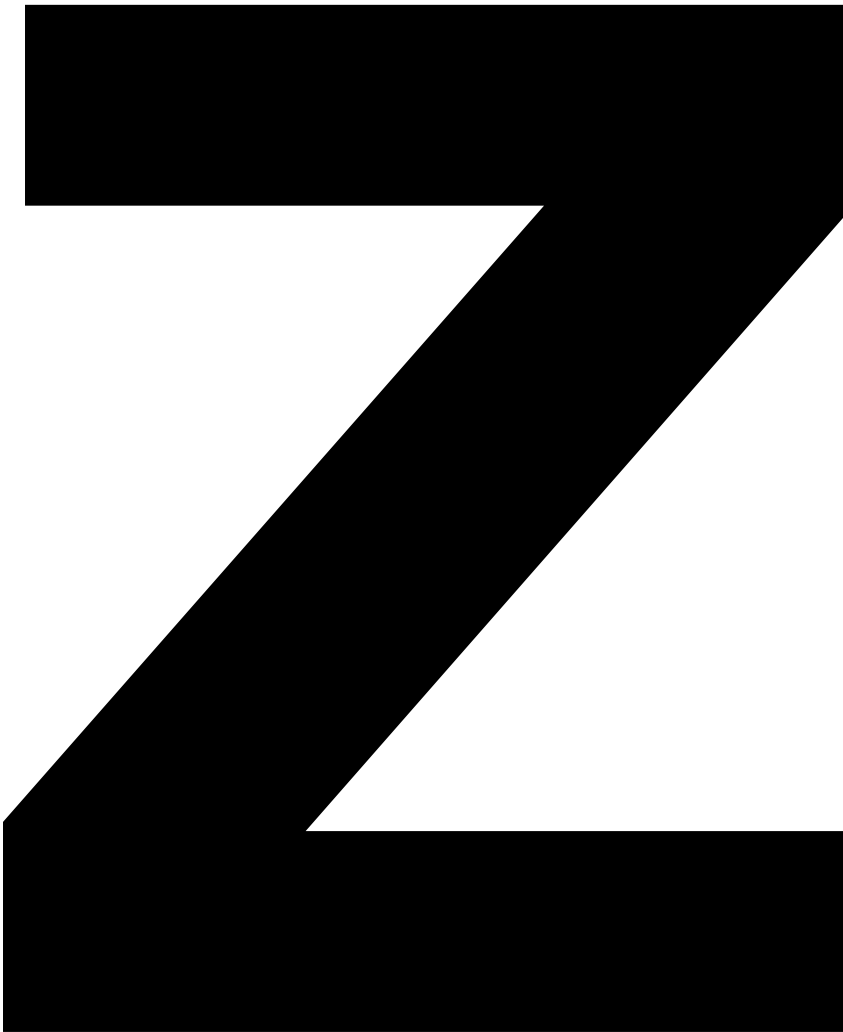
e



S

e







w

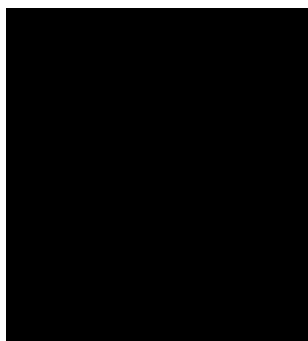
e



Q

e

n



D

sa

S

S

o

e



S

e

w

sa

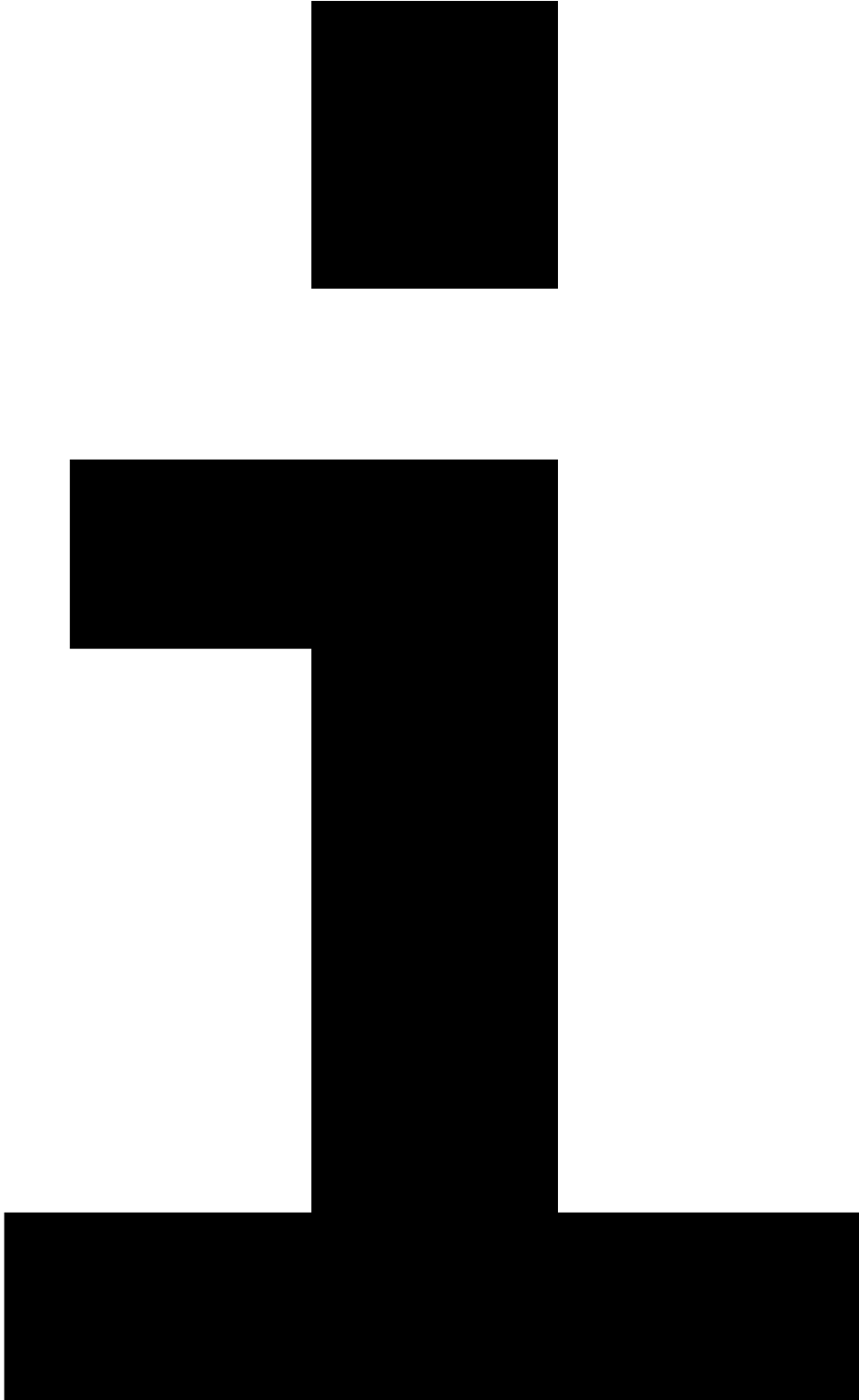
S

S

e



w





Q



m

B

e







e

10

S



u

S



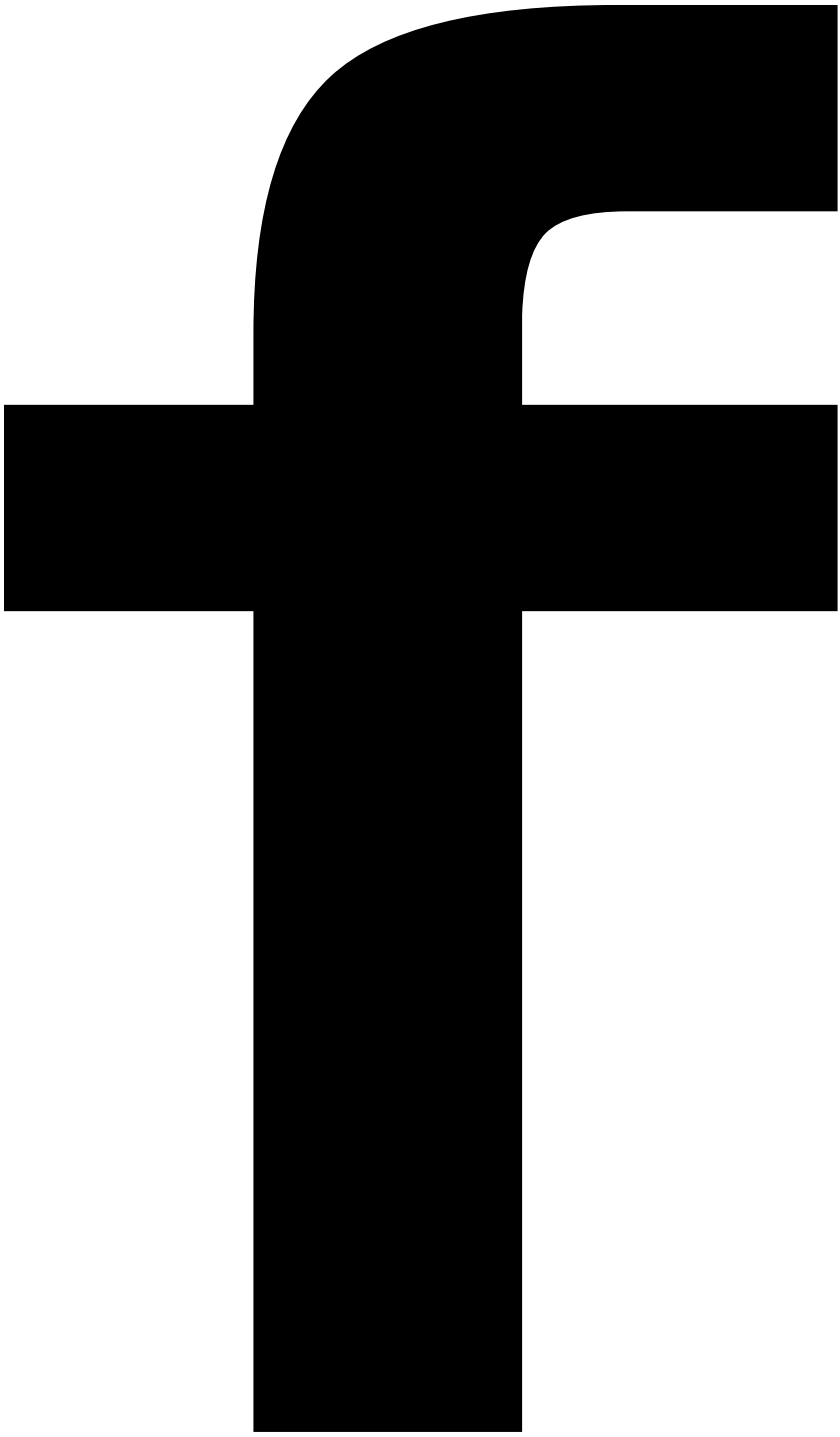
sa

n

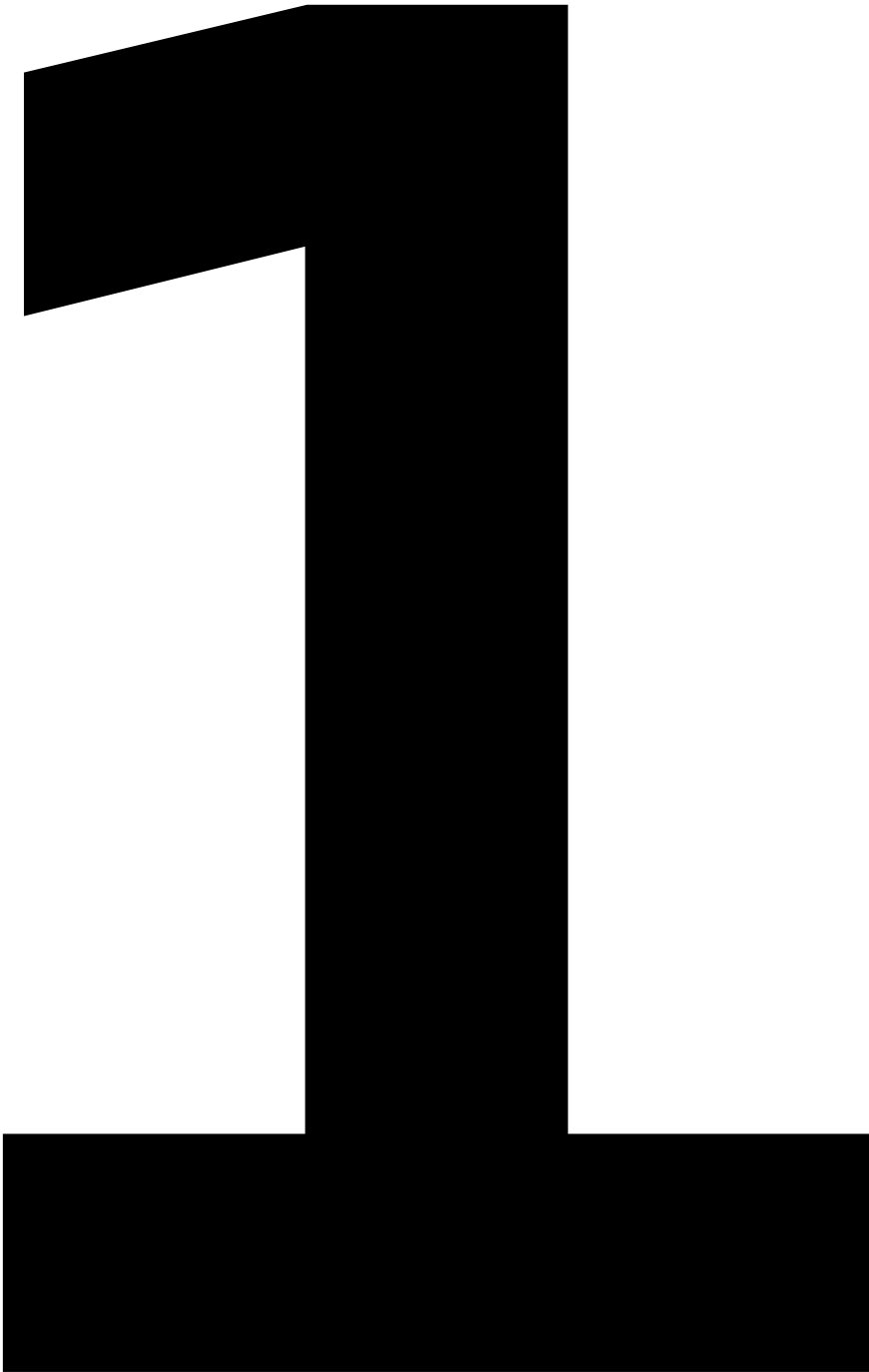
Q

5a

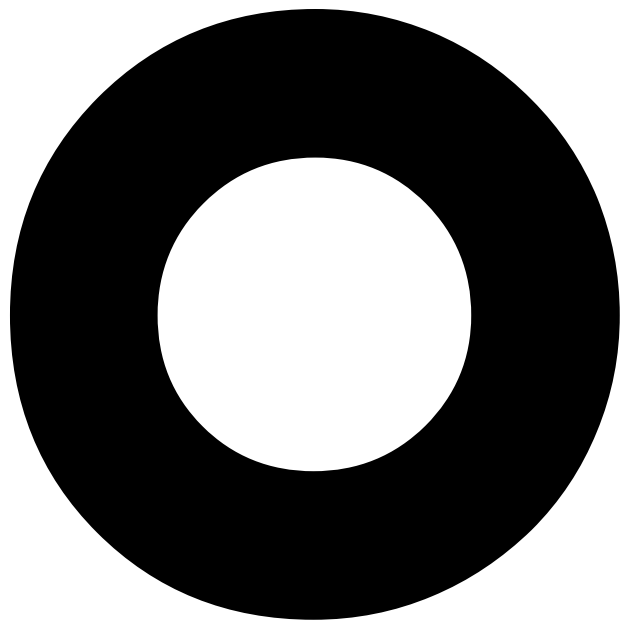
u



2



6



C

V





Q

e

w





m





D



e

S

Q

e

S

C

h



e

h





n

S

e

C

h

S

S



u



e

n



M

sa

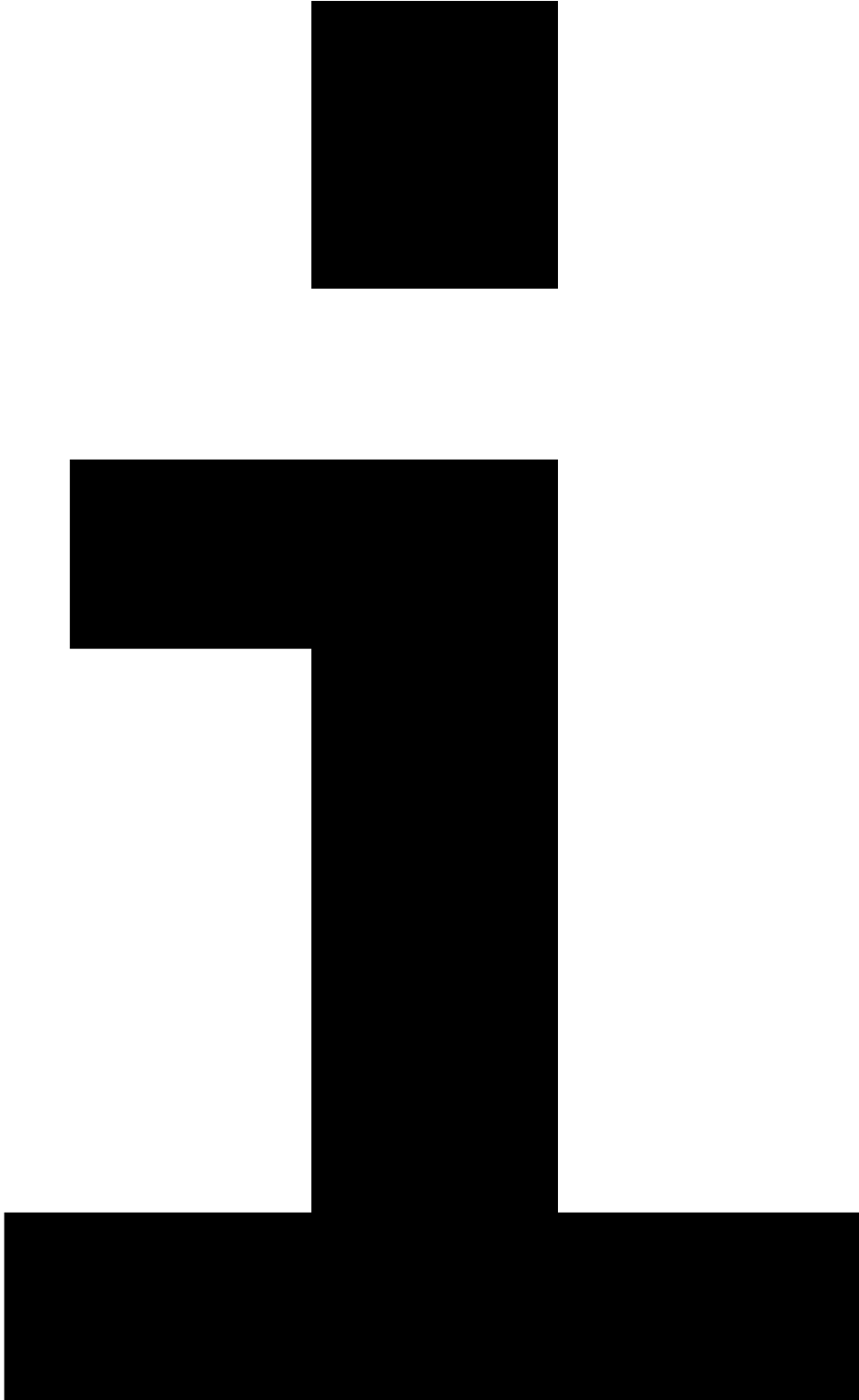
n

e

n



n



m

m



Q

sa



u



sa

n

10

e

S





m

m



e

n

S



e

J

J

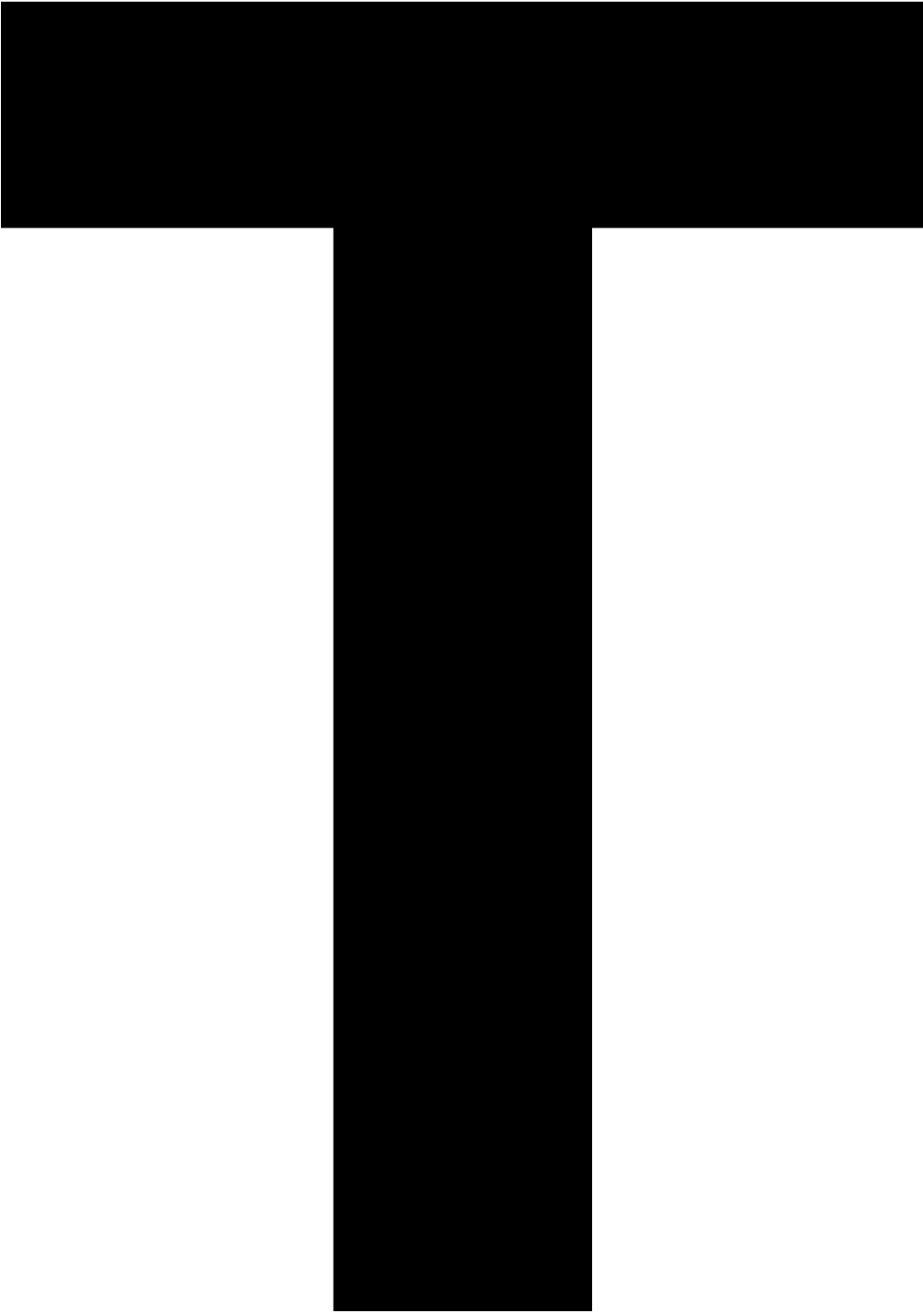
e

n

Q

e





u

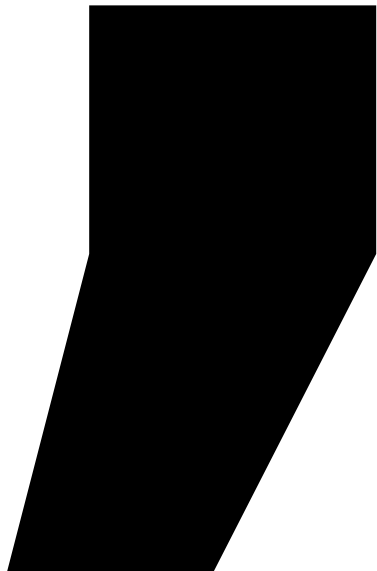


10



n

e



e



n

e

Q

e

w



S

S

e

M

e

n

Q

e

D

sa

m

o





D



e

S



S



S



n

n

V



J

J



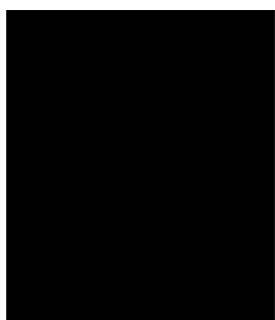
Q

sa

Q

e

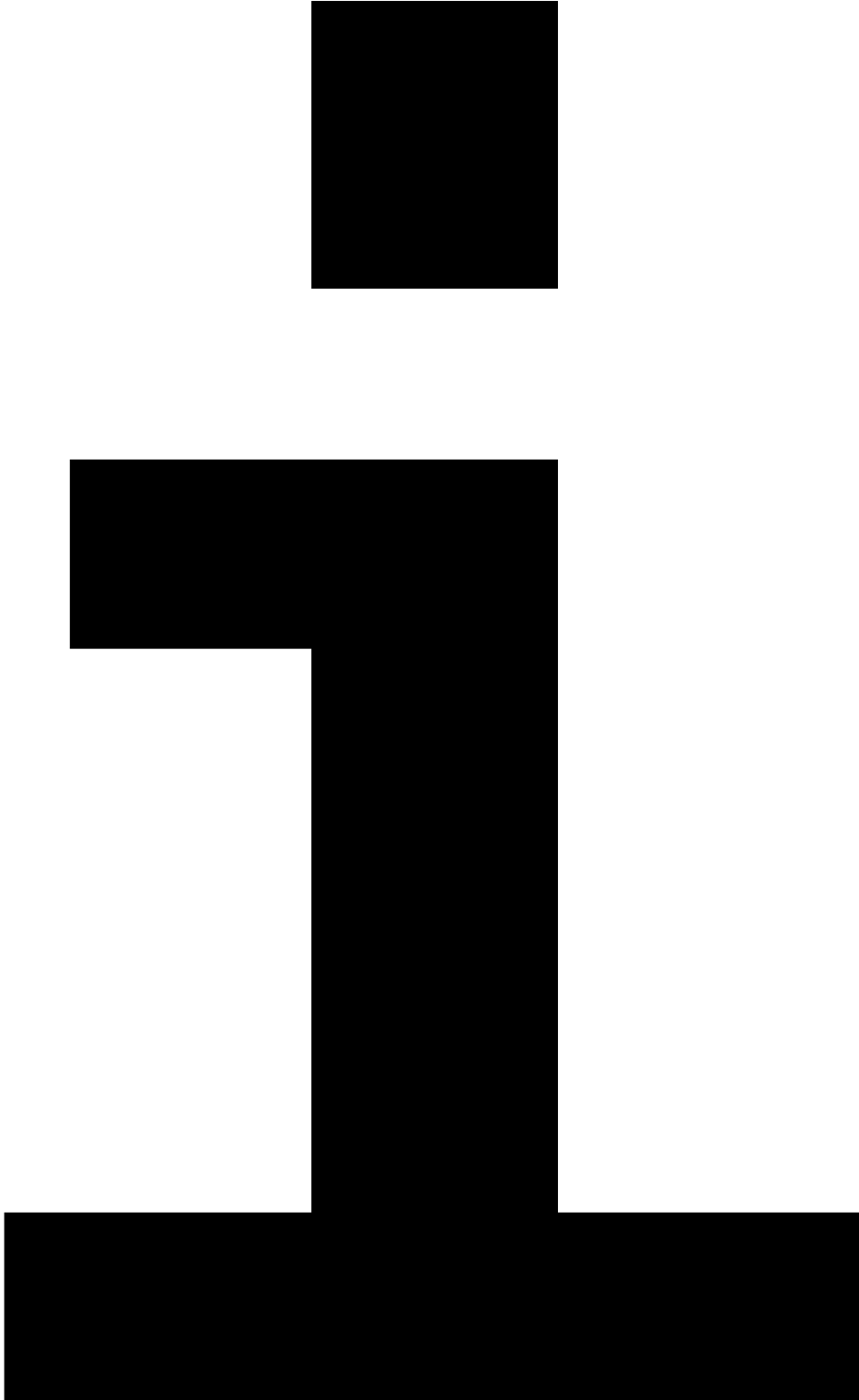




e

w

e



J

S

e

n



n



m

m

e

n

e

D

5a

m

o



10

e



e





S

A



10

e



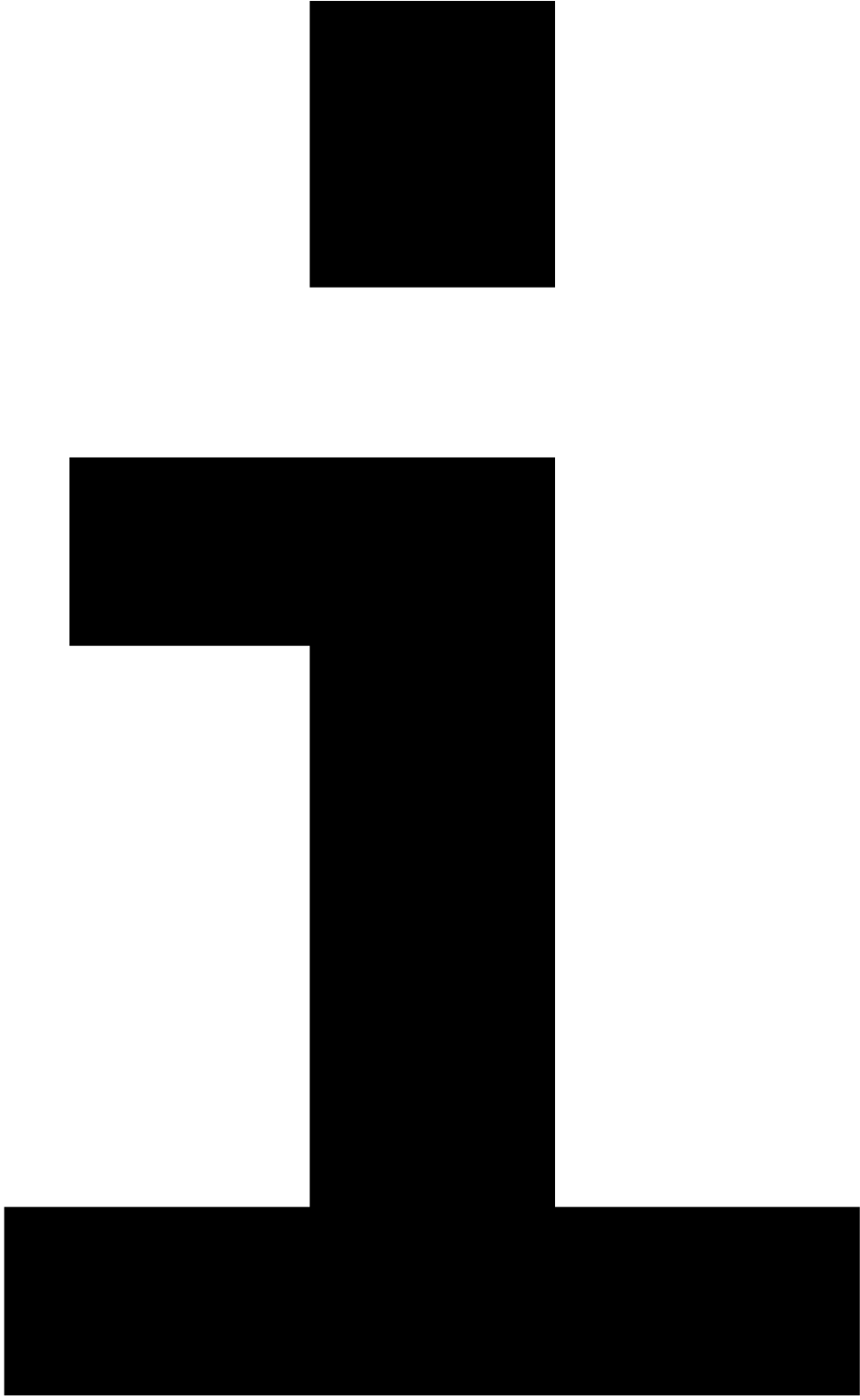


Q

e

J

e



S



e



h

sa



u

n

Q

S



C

h

S



m



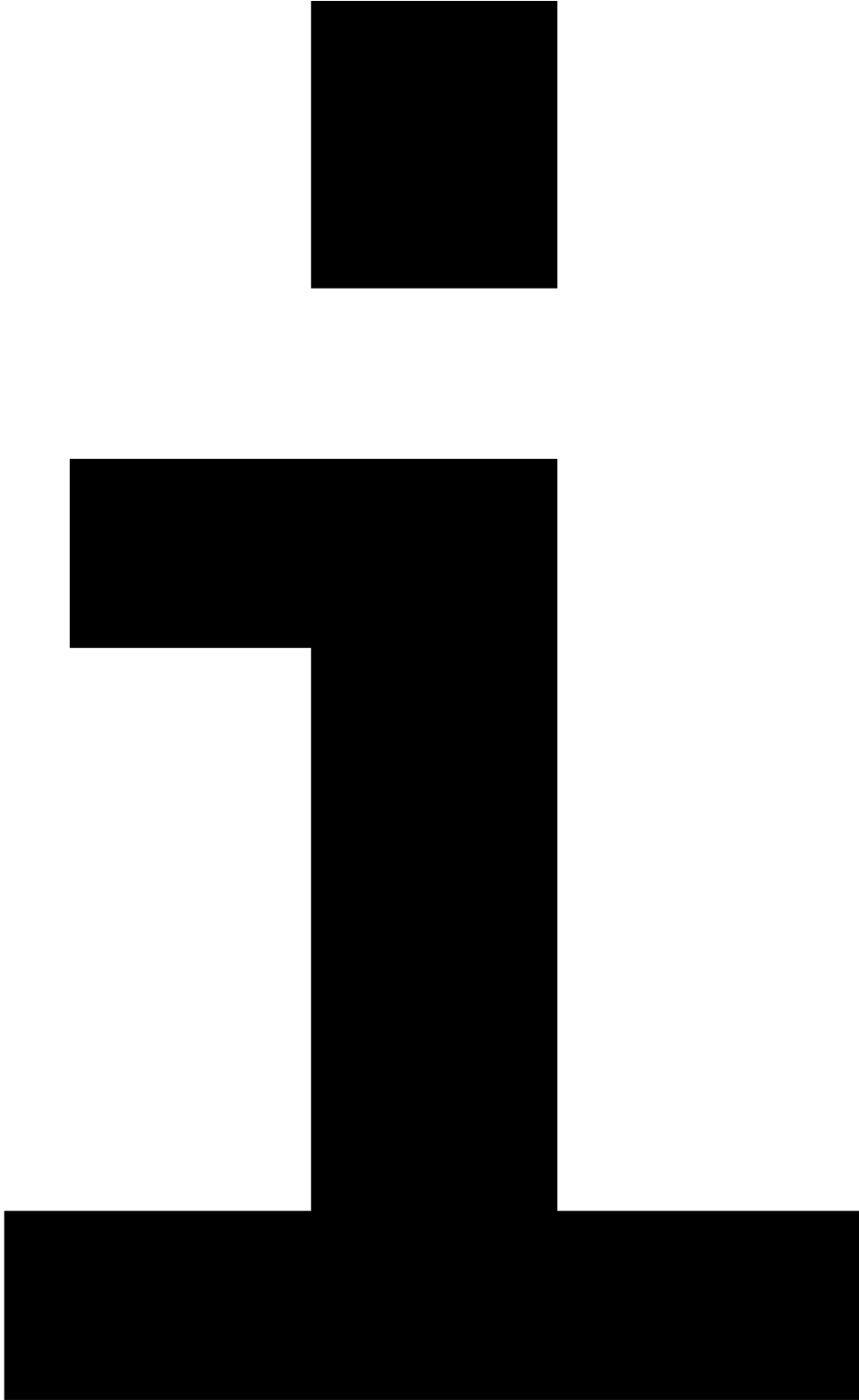


Q

e



w







u

n

Q

S

Q



sa

Q

V

e



10

e

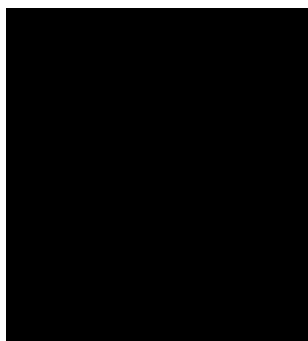
S

S

e







M

sa

n

n

e

n

n



Q



e

S

e

S





sa

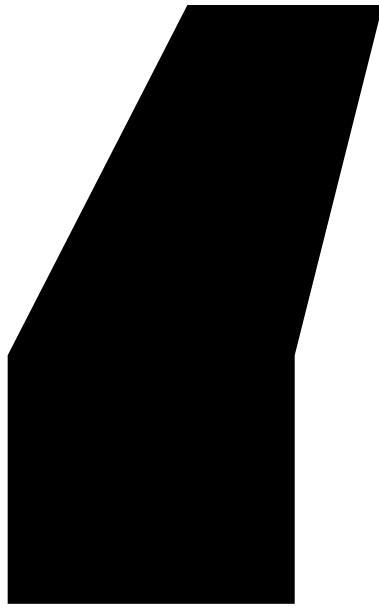
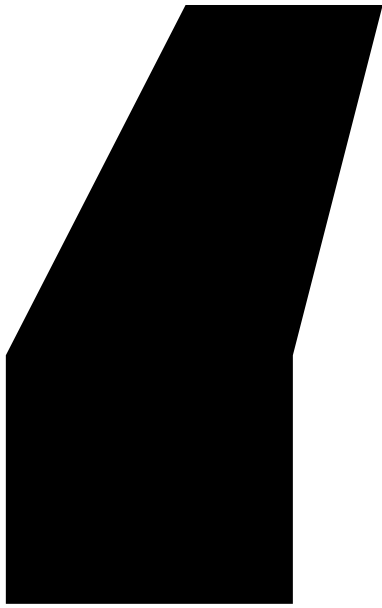


e

Q



e



C

5a



n







S



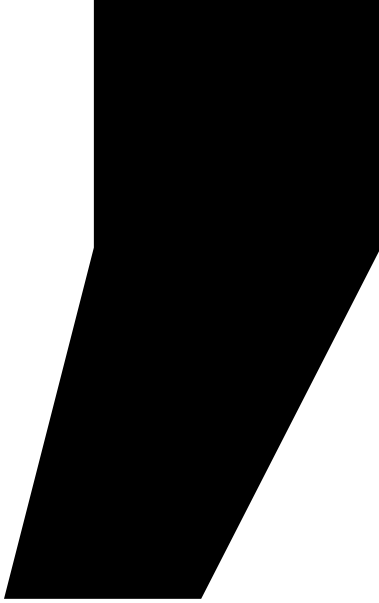
e

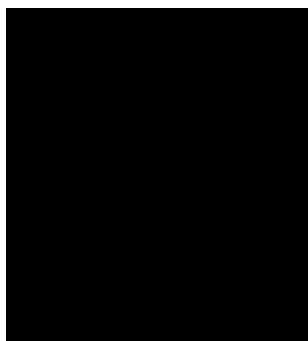


u

n

Q

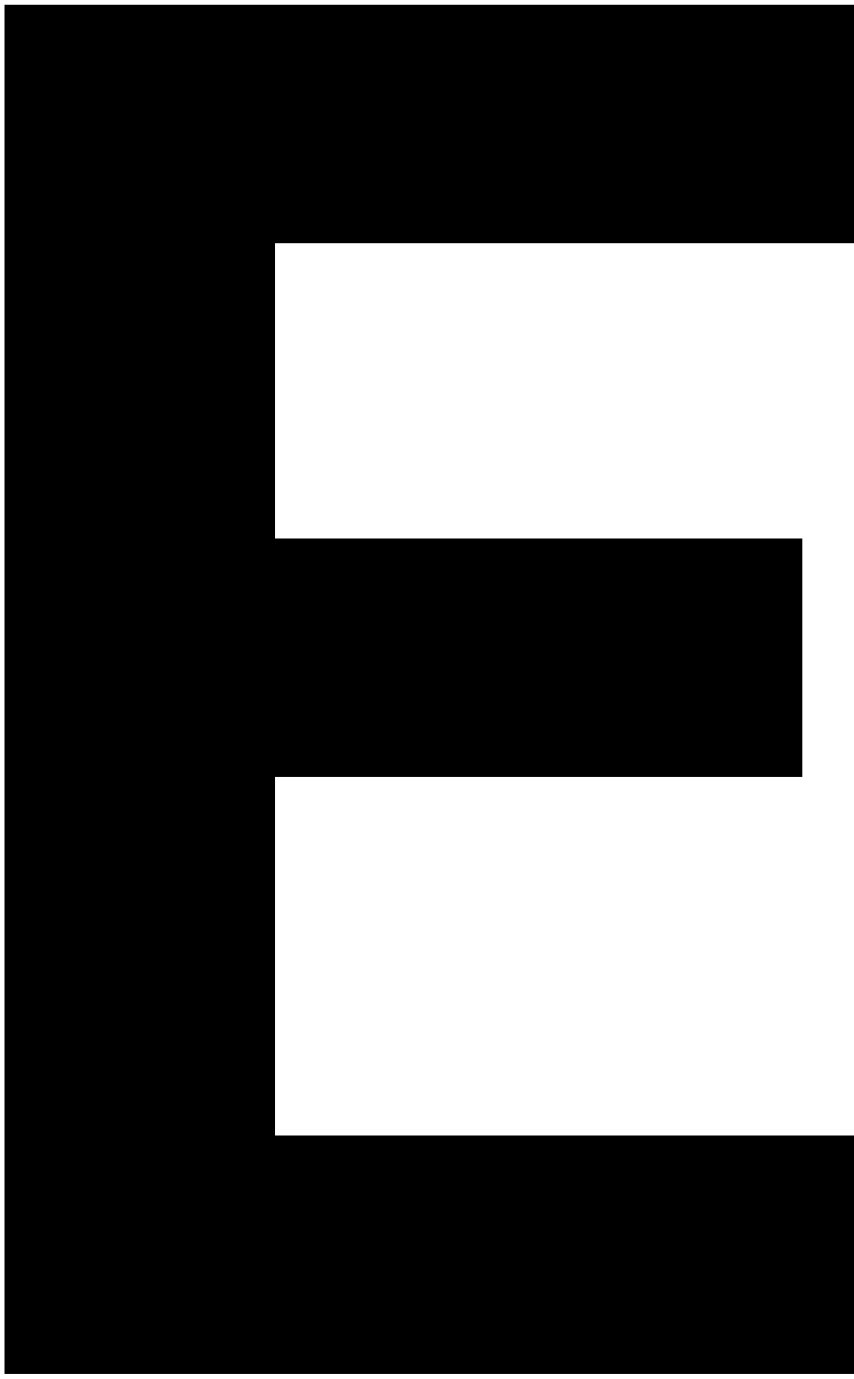




D

e





S

B

w

R

h

sa



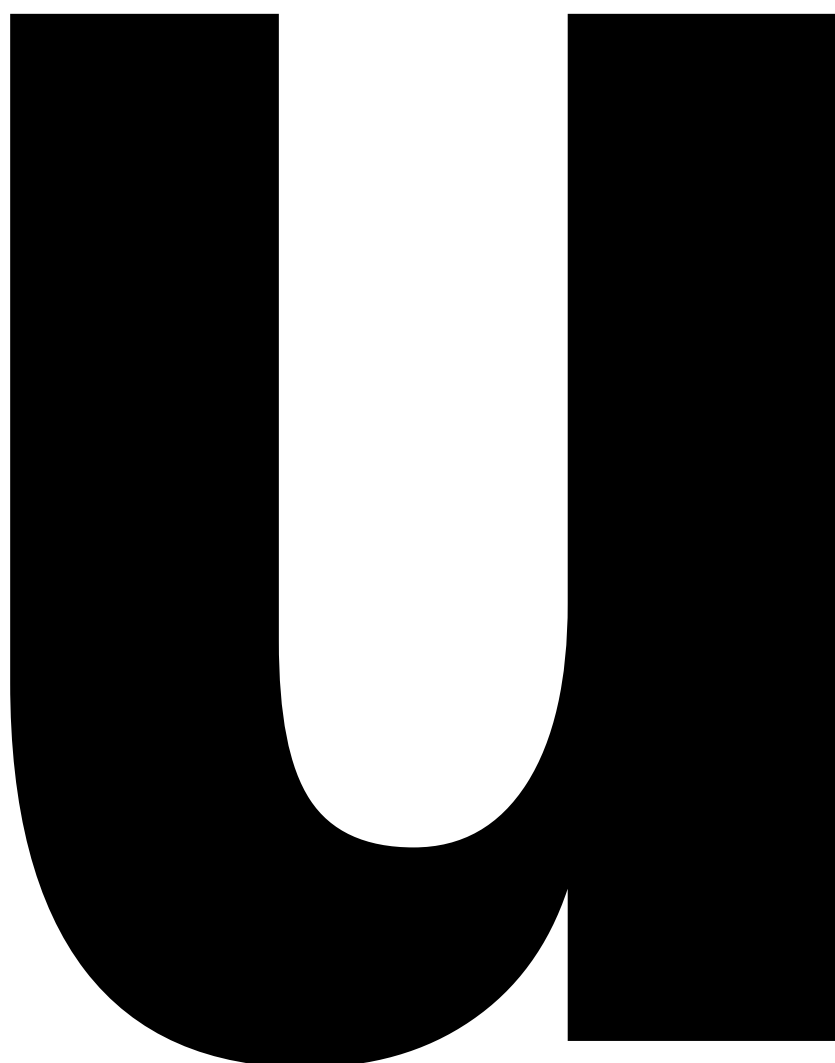
Q

e

Q

e

n



10

e



e



n

e

m

n





m

sa

J

e

n

S



e

Q

e

w

sa

S

S

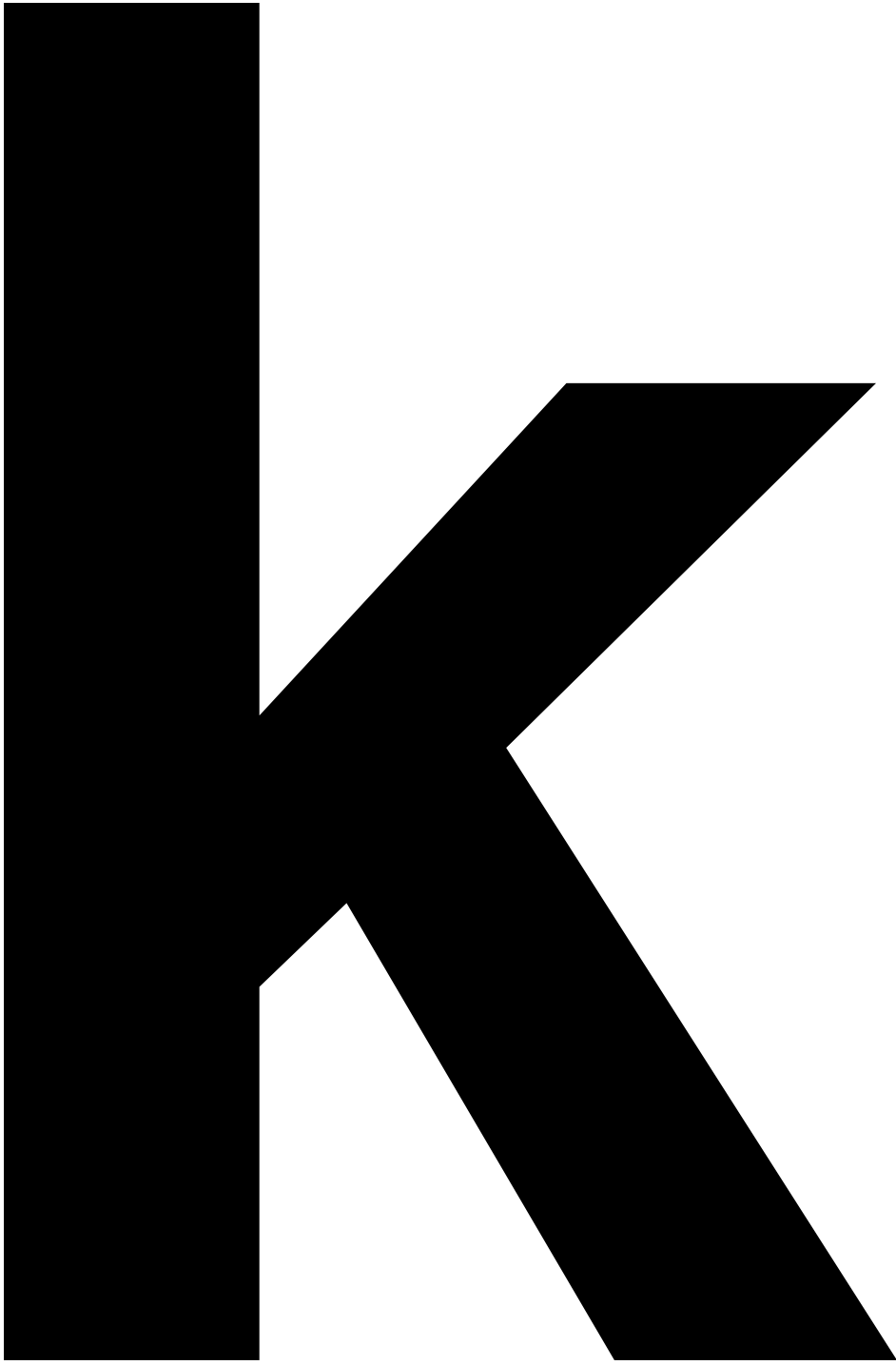
e





e

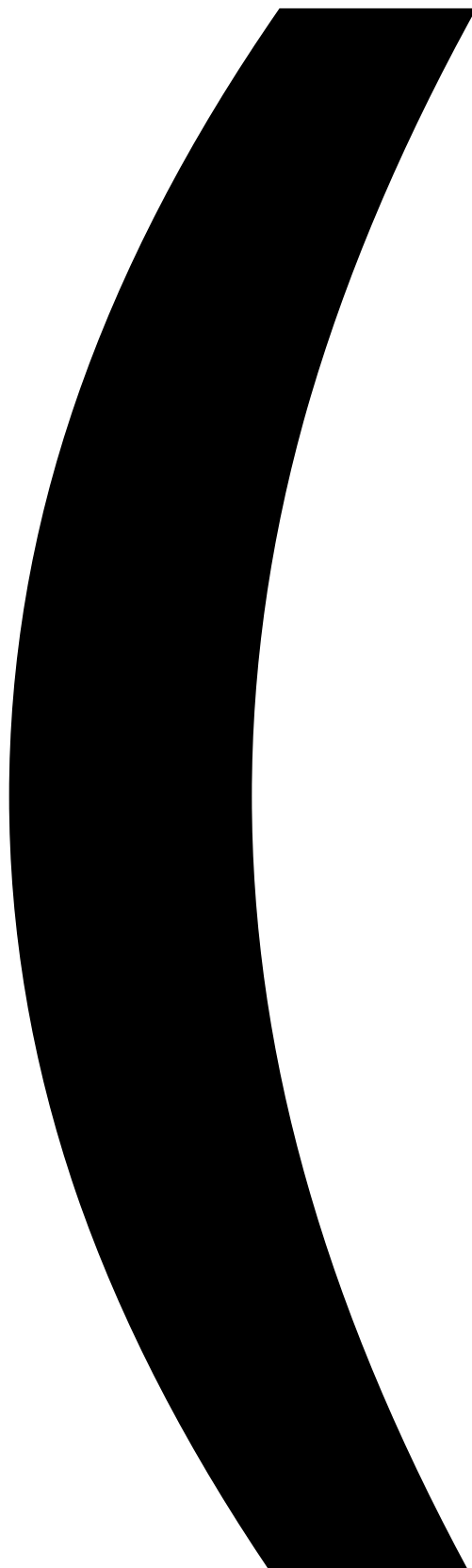
sa







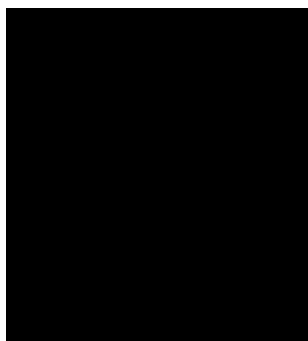








B

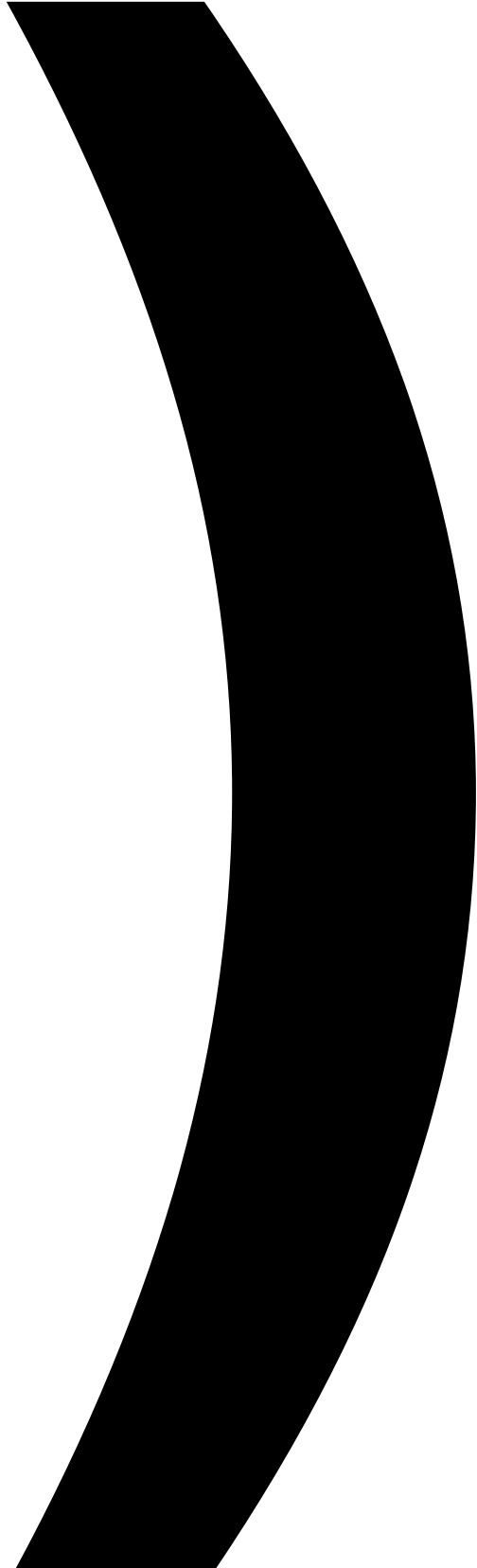


A

B

w

R



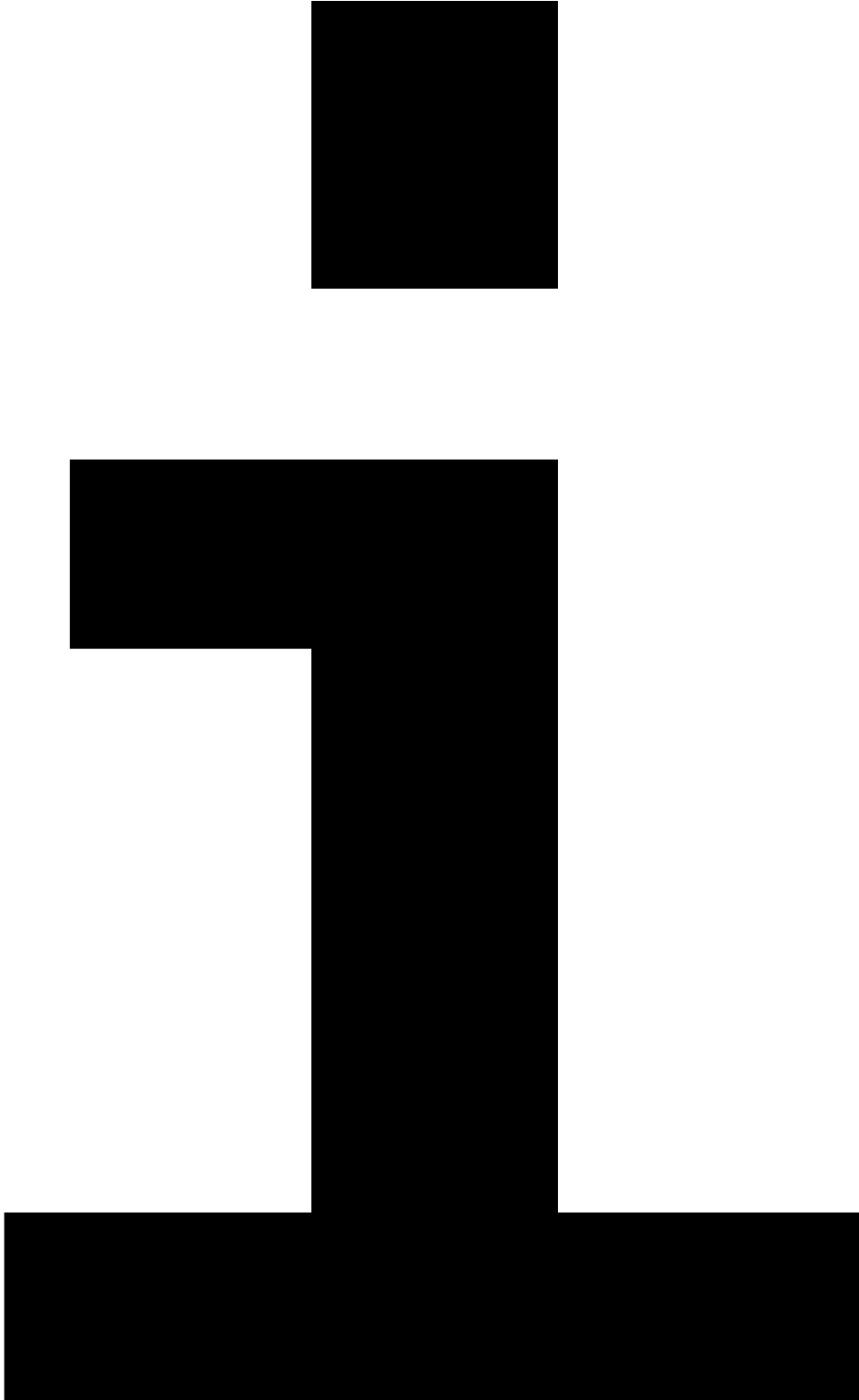
e



n

e

S



e

10



e

V





w



5



m

S



u



e



Q



e

m











S

C

h

e

m

D

sa

m

o



sa

u

S

Q

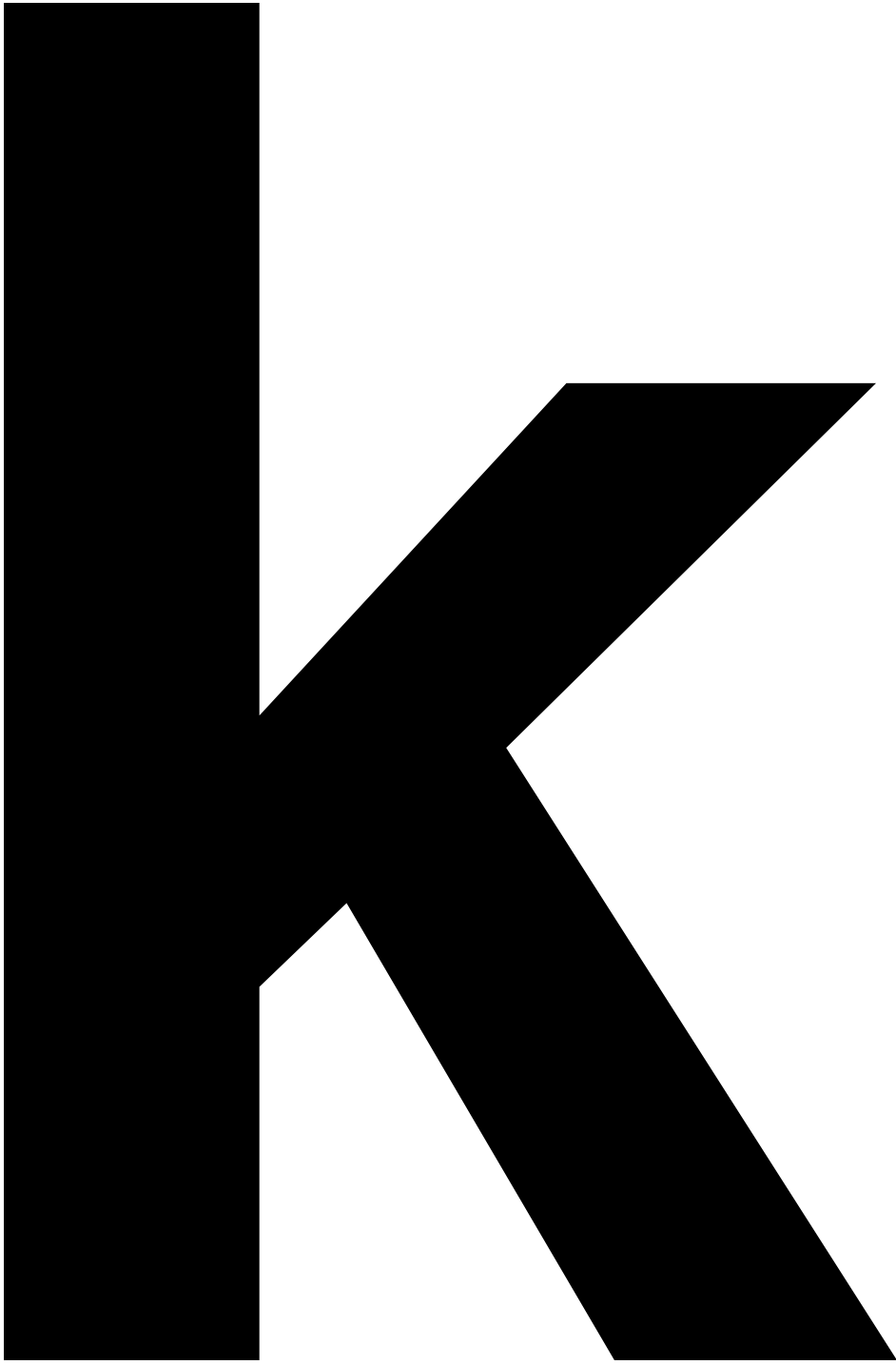
e

m

R

e

sa









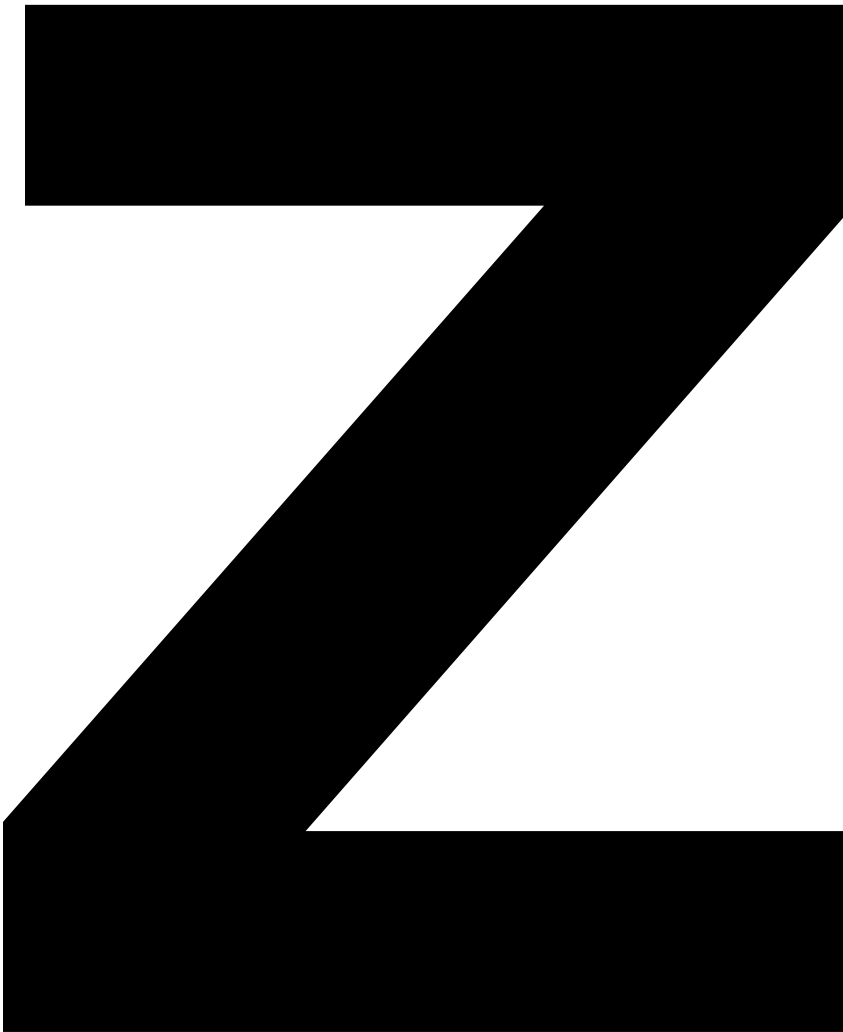
10

e

h

e







w





Q



N





m

sa

J

e



w

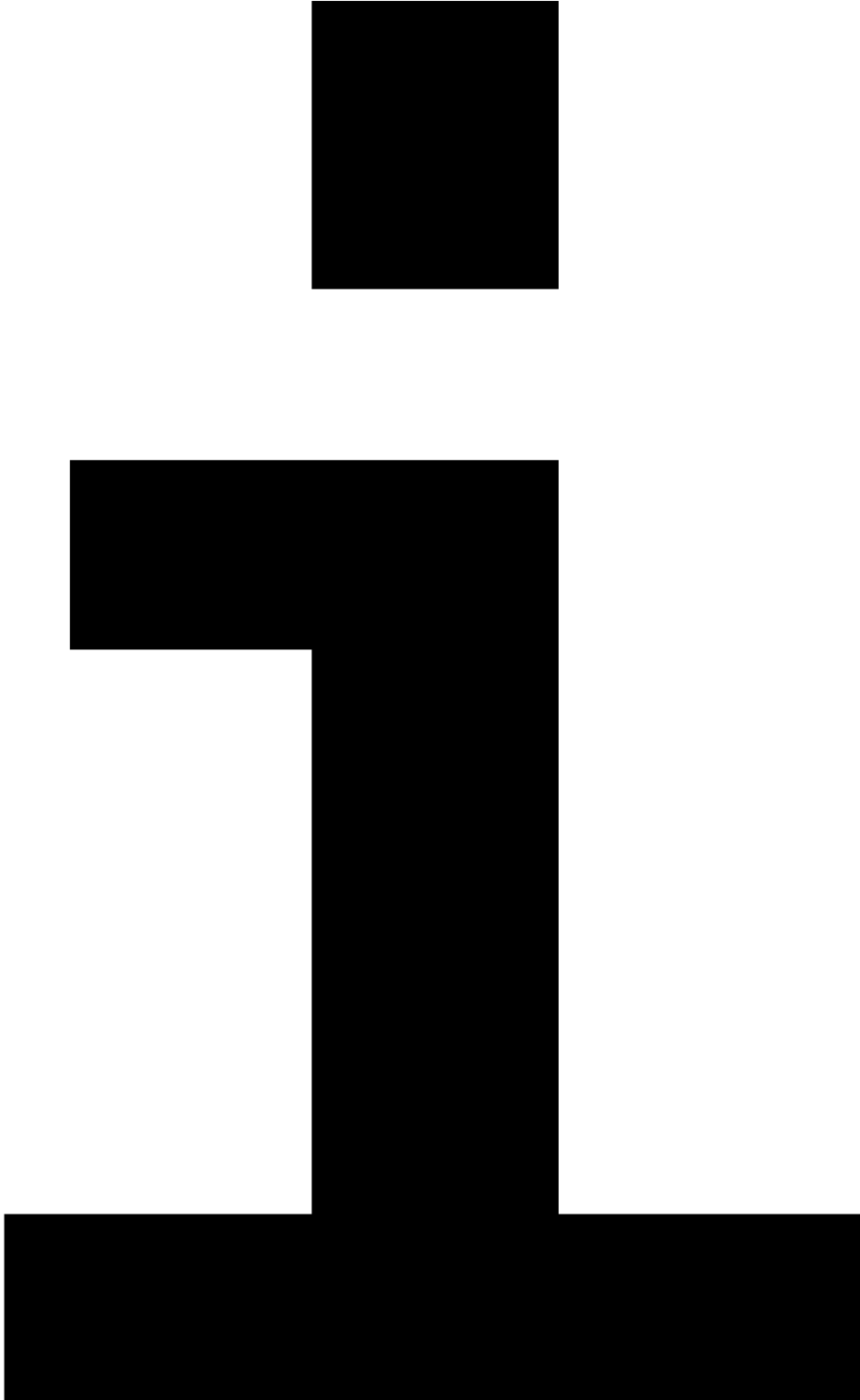
e



S

e

w





Q

S



e

Q

e

S

h

sa

J

10

u

m

Q

sa

n

Q

e

n



w

e

n

n

m

sa

n

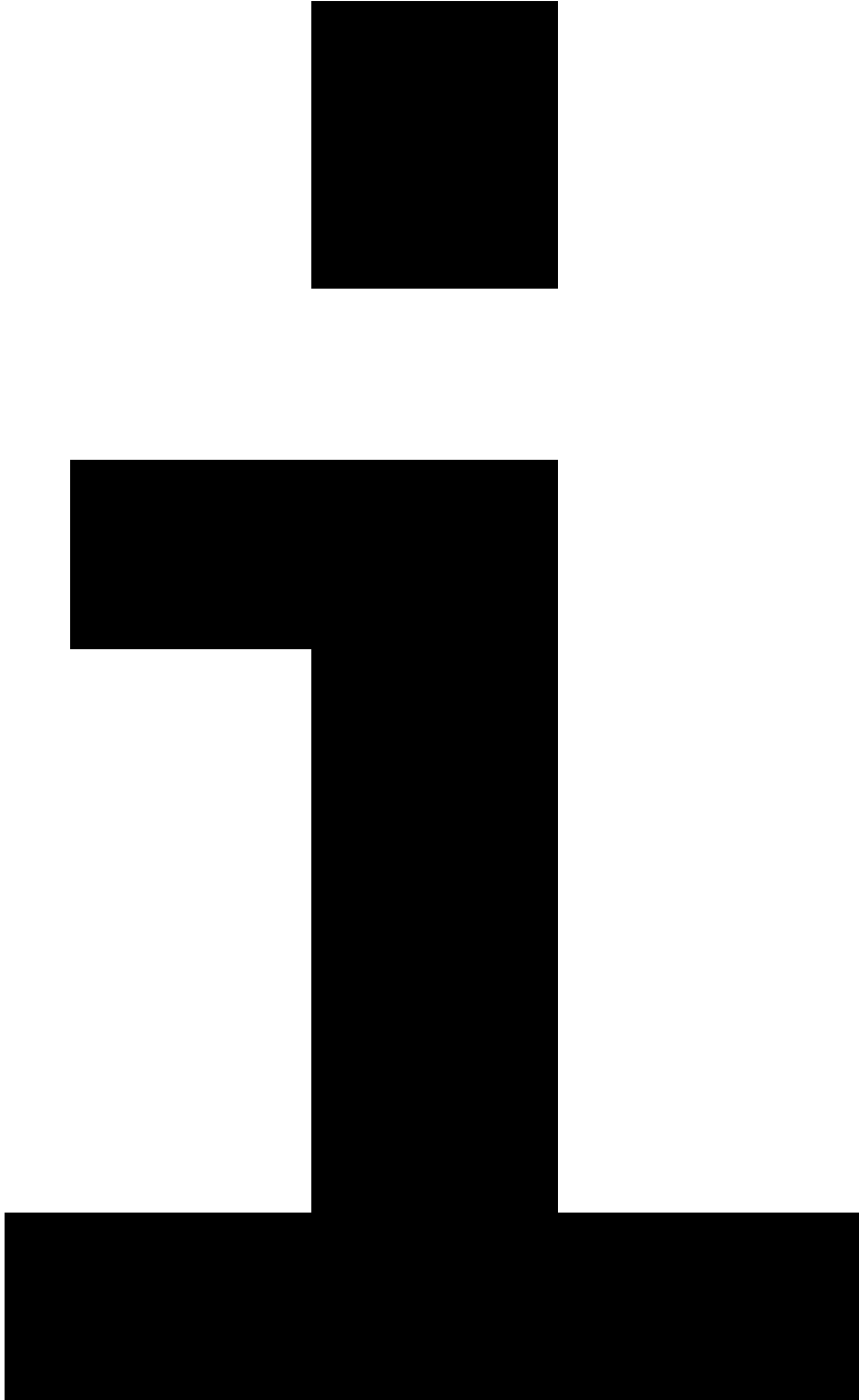
10

e



S

o



e

J

S

w

e



S

e

m





Q



e

S

e



S



u



e

Q



e

S

o

e



S

e

w

sa

S

S

e





e

m

o

e



sa



u



sa

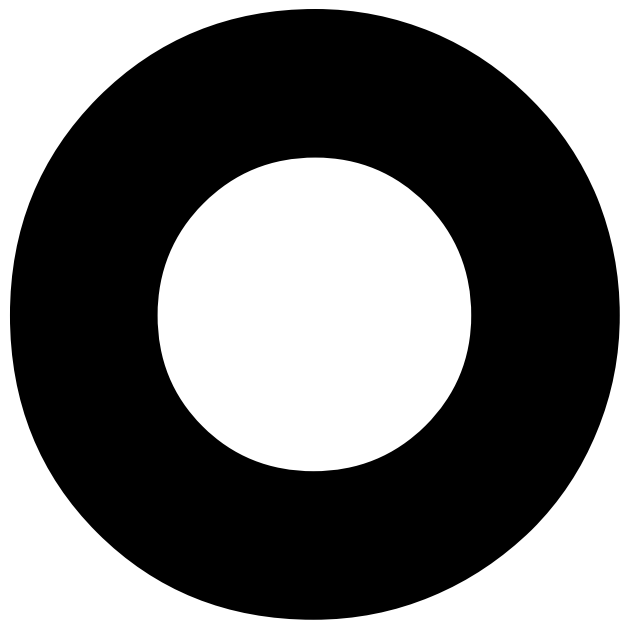
u



2

5

2

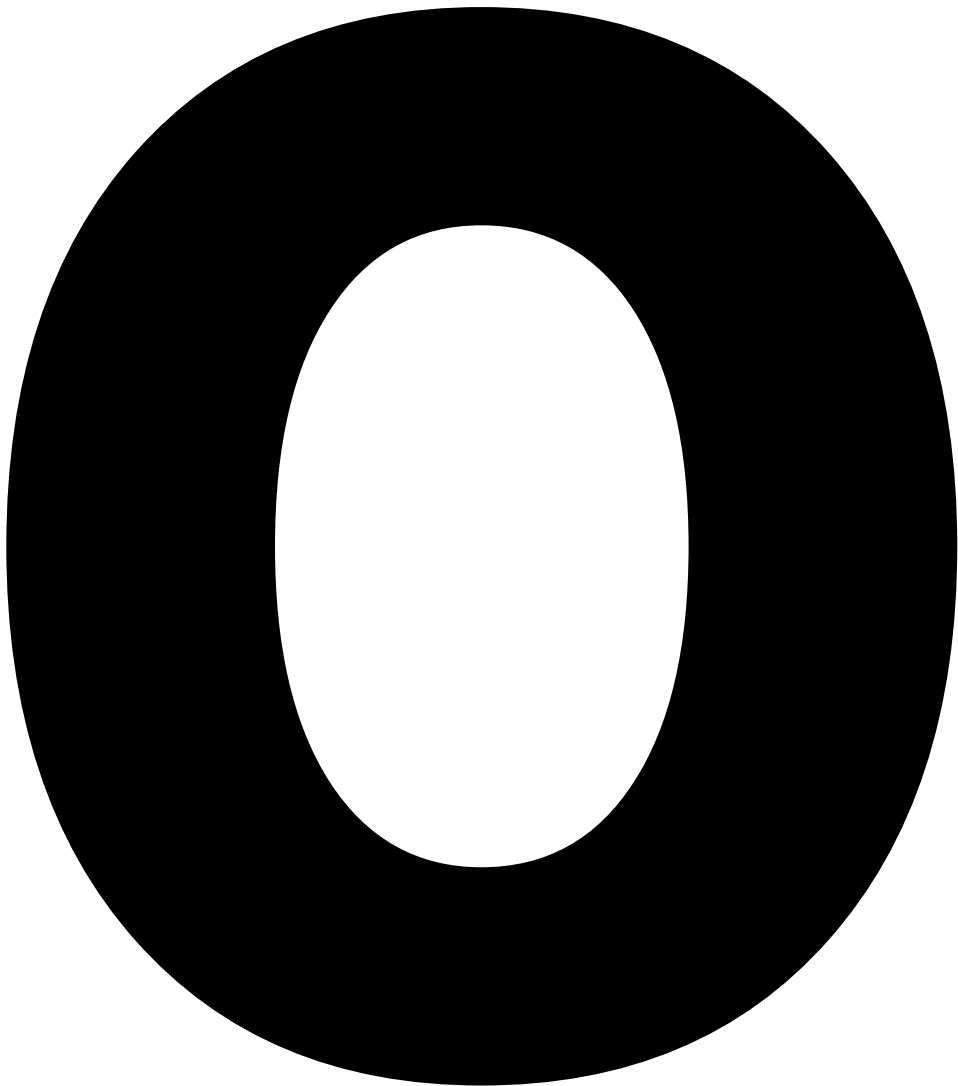
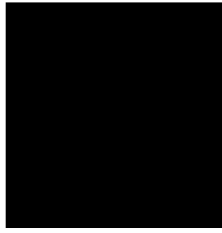
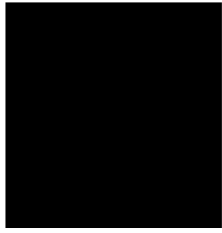


C

e

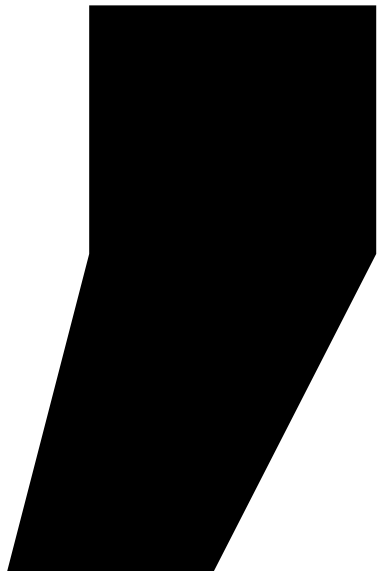


h



h





Q

e

h



Q



e



e



S



u

n

Q

Q

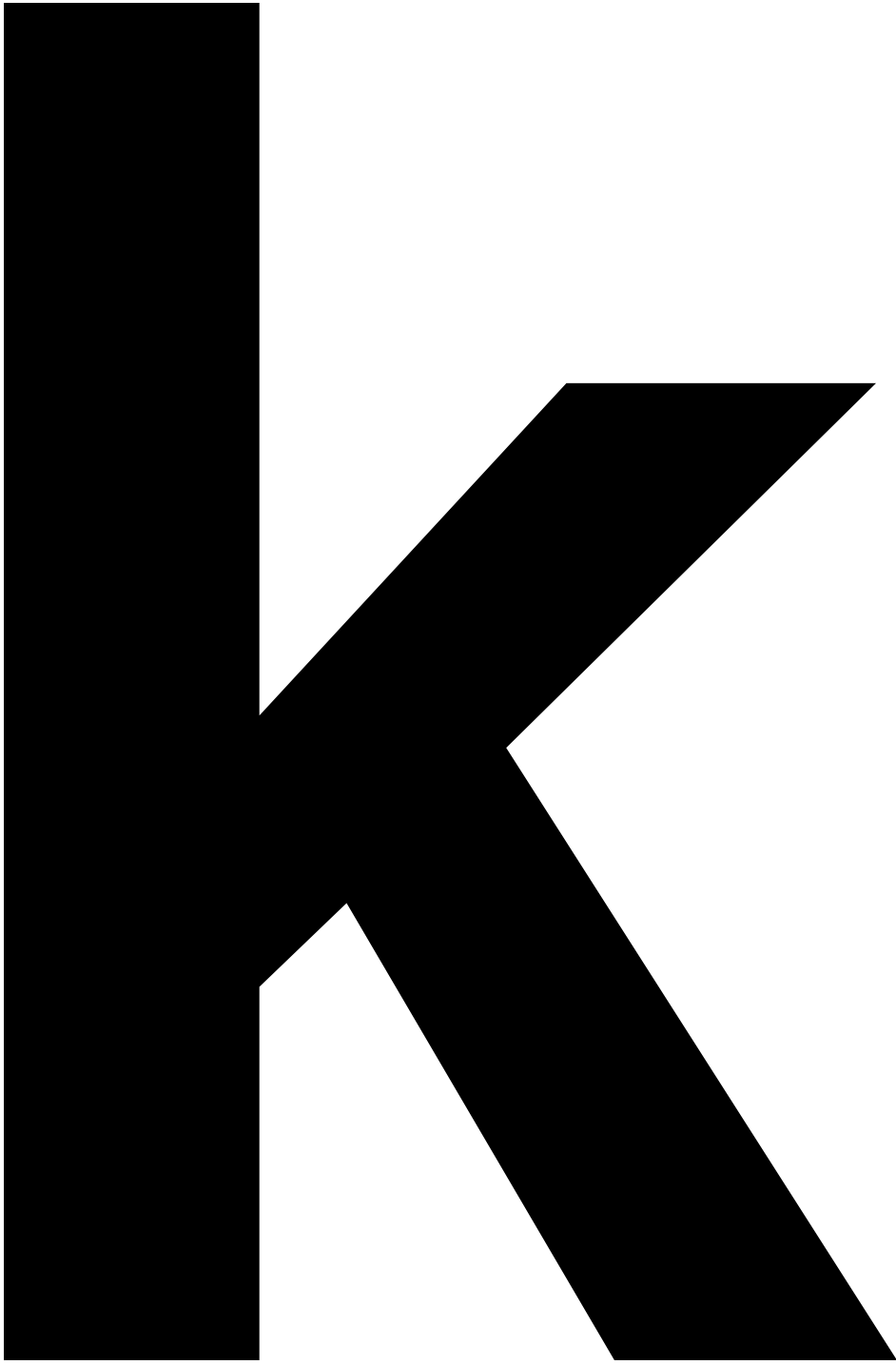
e

S

R

e

sa









S



10

e



Q

J

e



C

h

e



P



S









n

Q

e



S



e

u

e



S

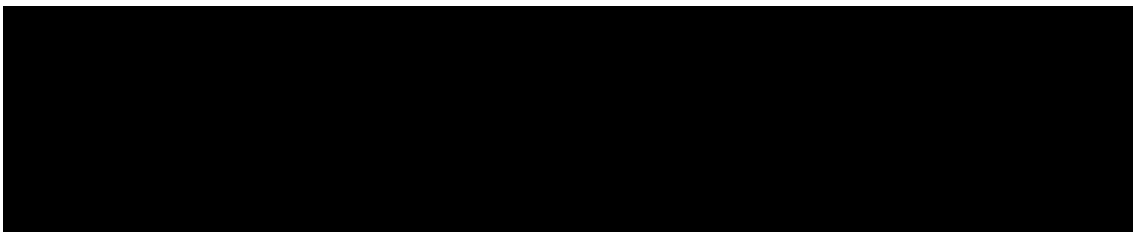




5

10

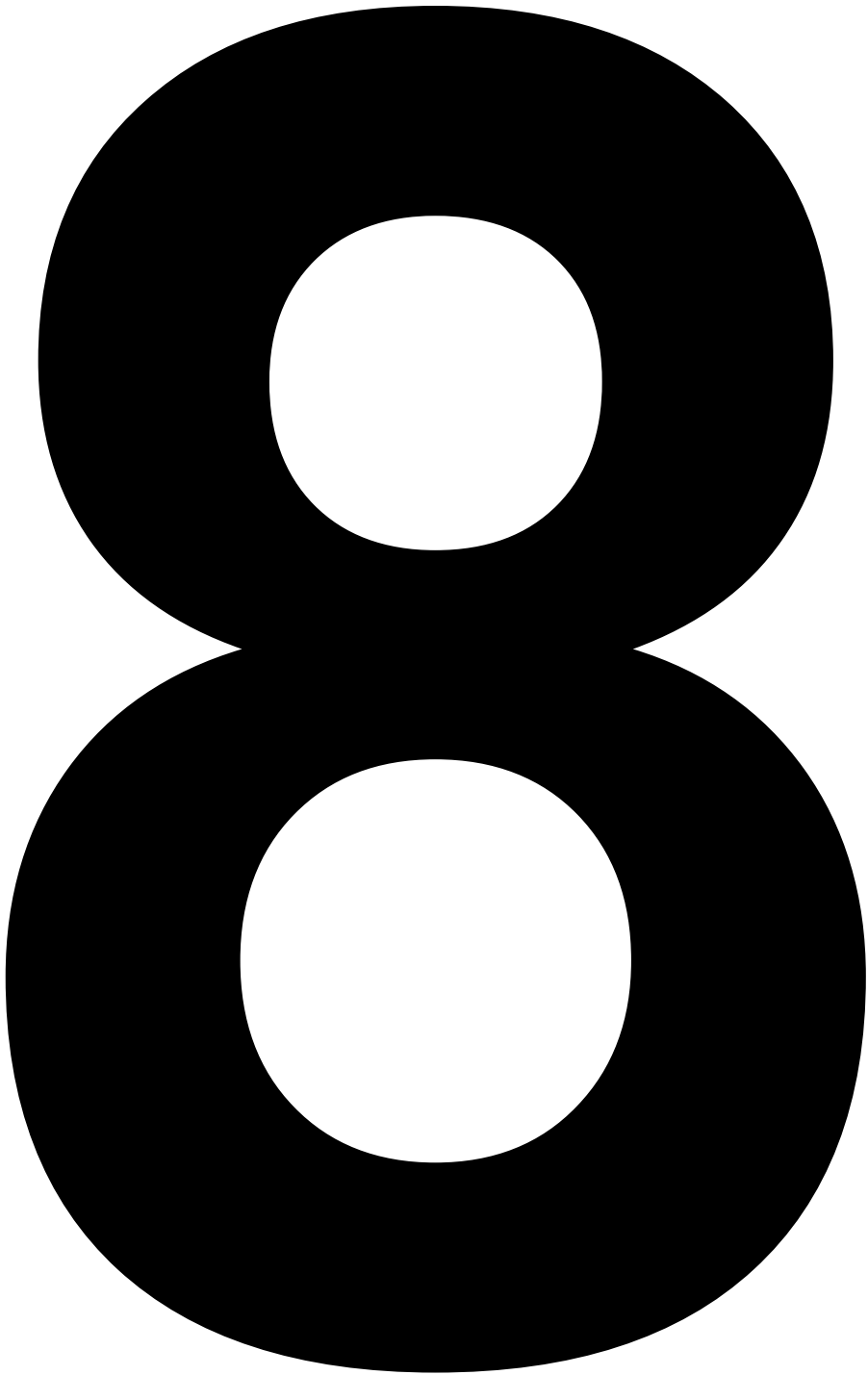
e



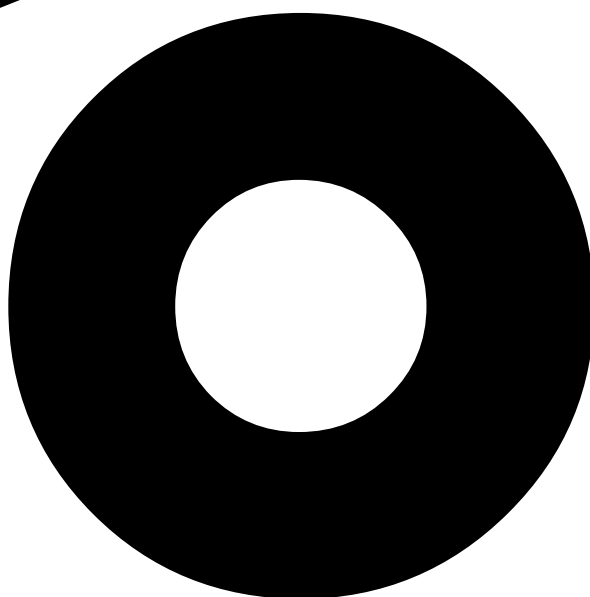
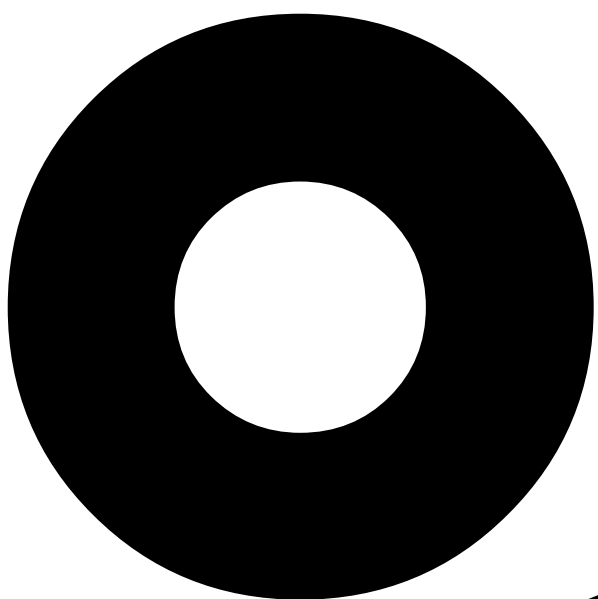
sa

u





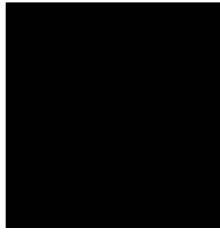
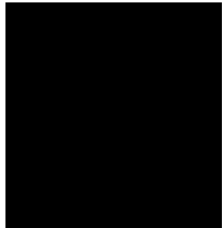
5





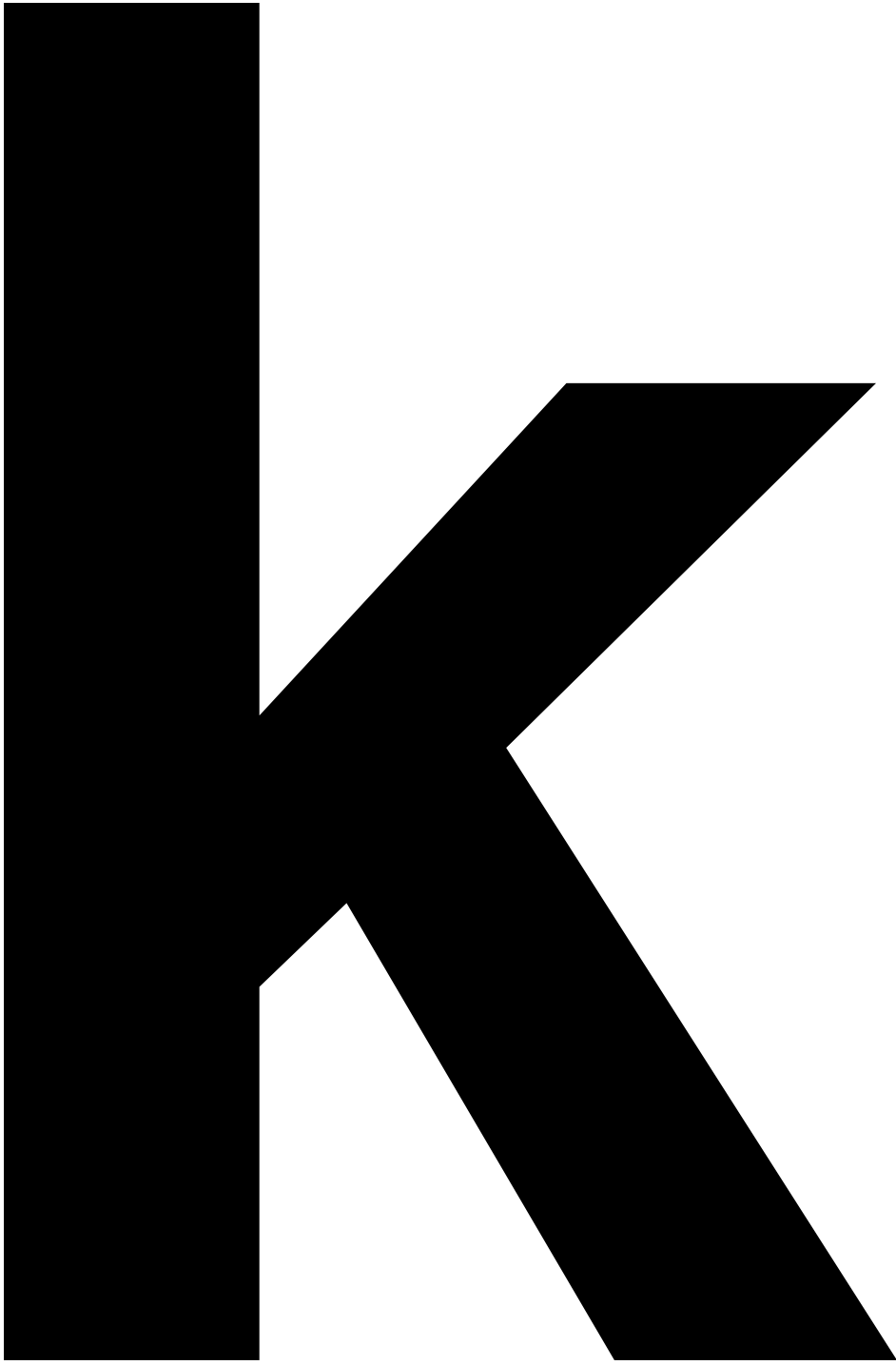
u

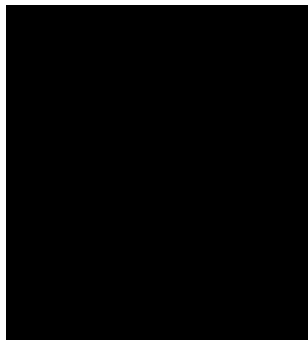




u

C



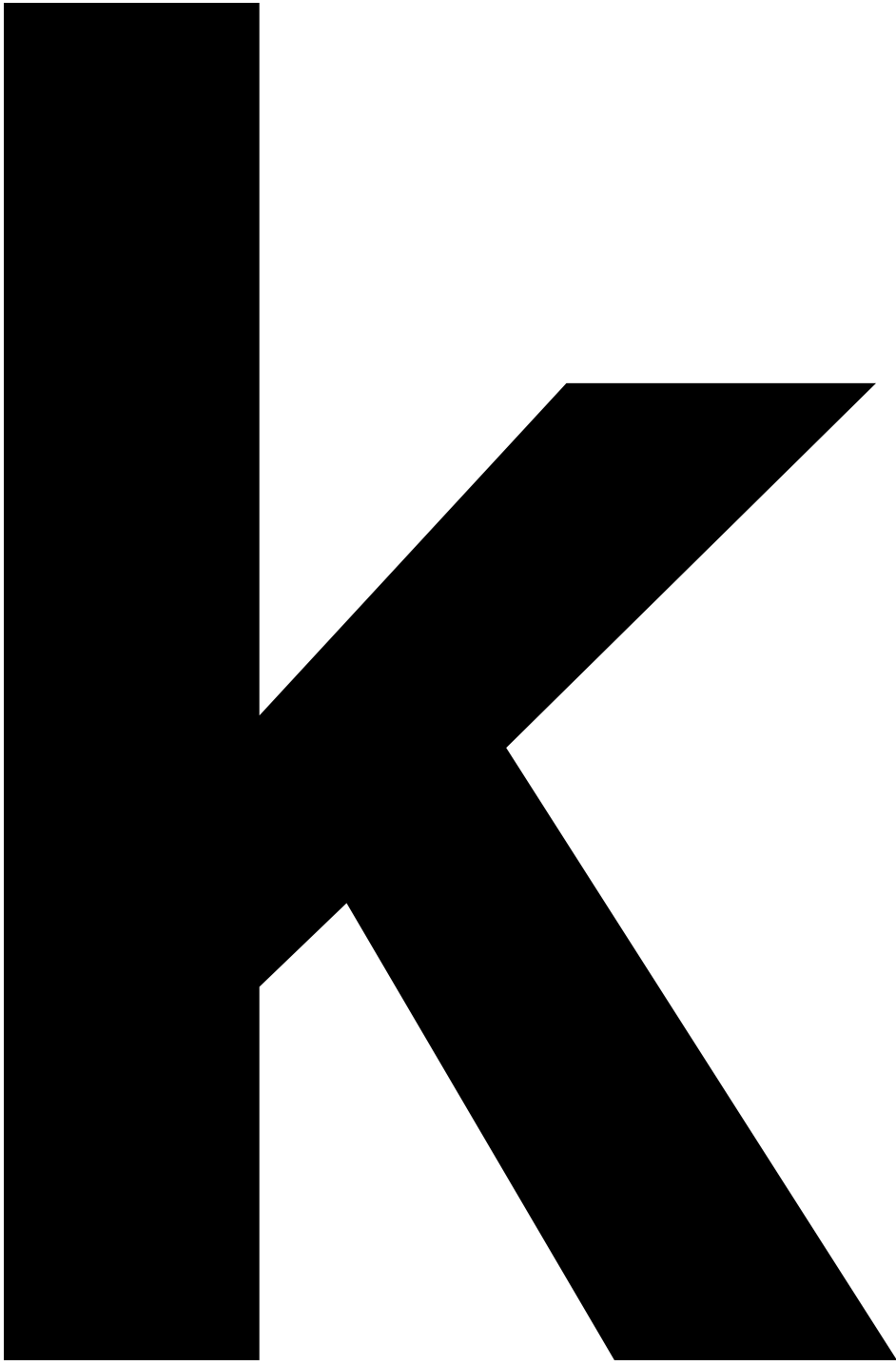


U

m

Q

e

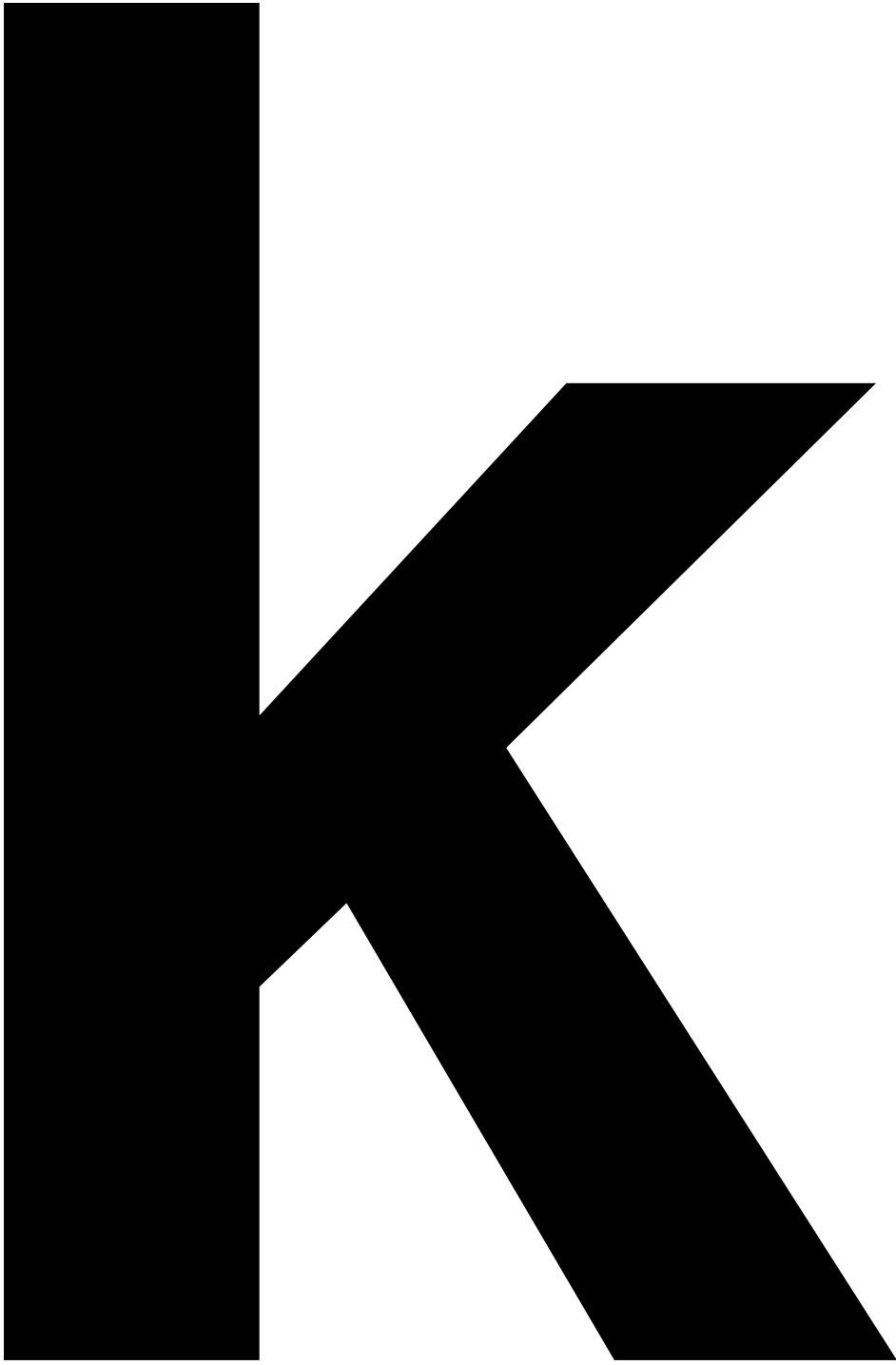


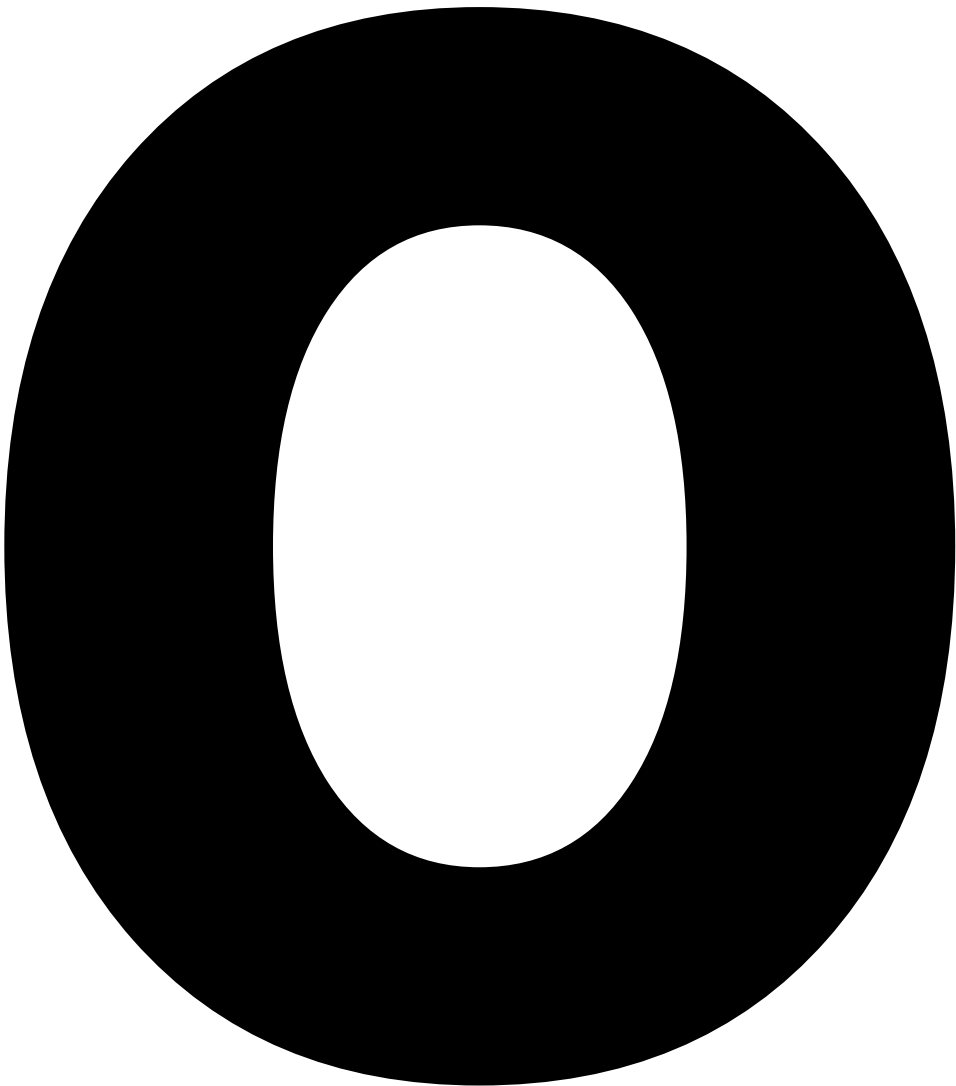
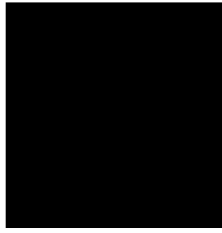
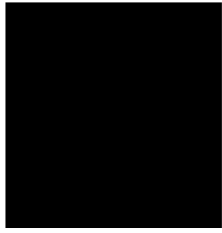
e

h









n

n



e

m

sa

n

Q



e

S



e

u

e



S





10

e

e



w

sa

S



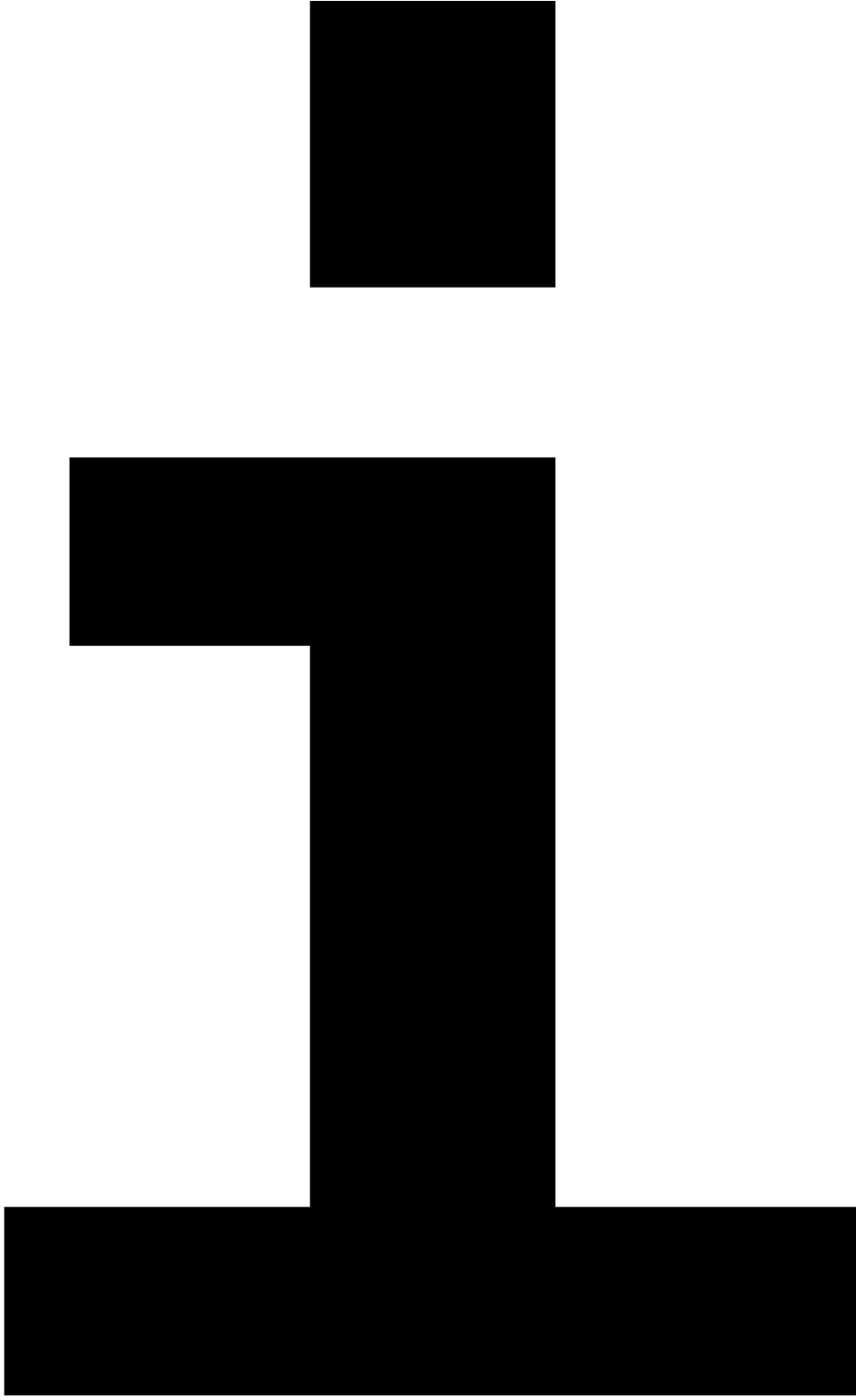
w

e





e



n



sa

h



e

n



Q

sa

RS

n

u



n



C

h

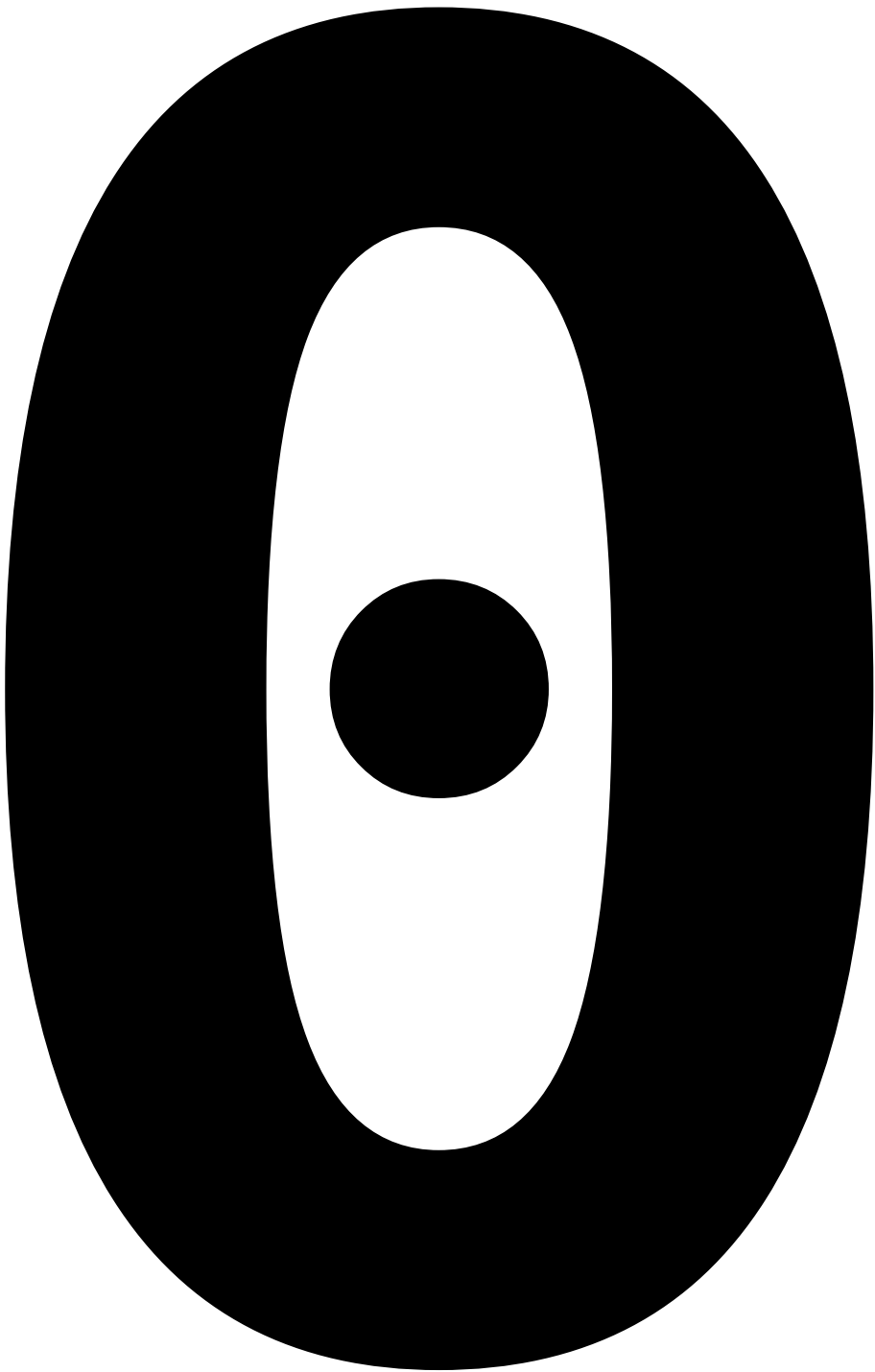


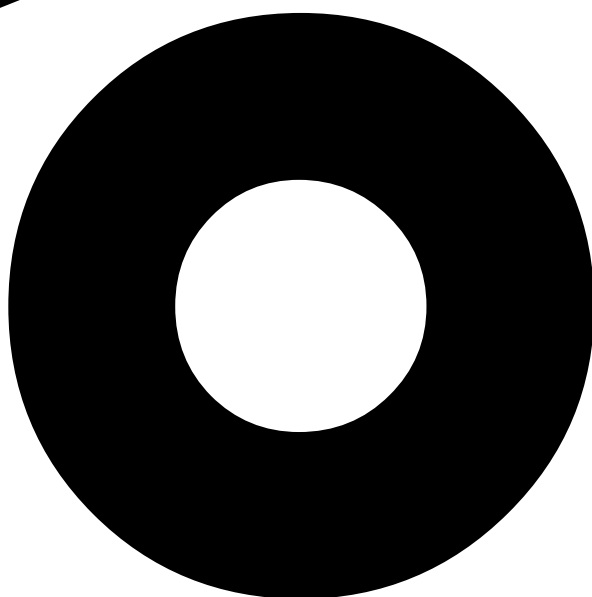
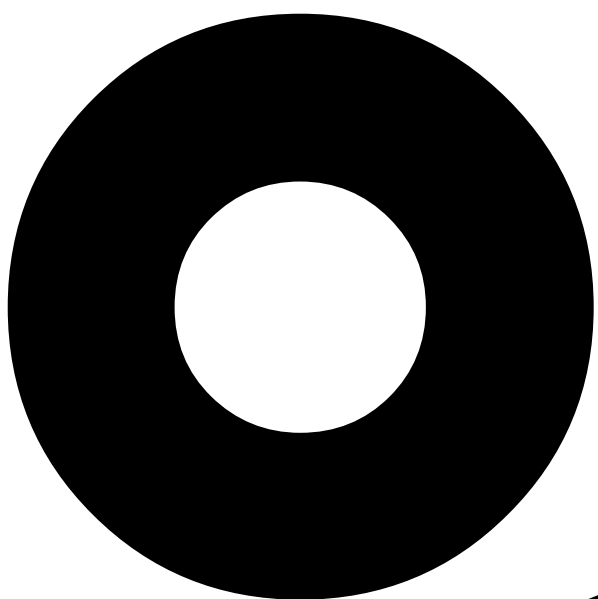
u

n

Q

5





Q

e



A

u

S

J

e

Q

U

n

Q

S

J

e



S



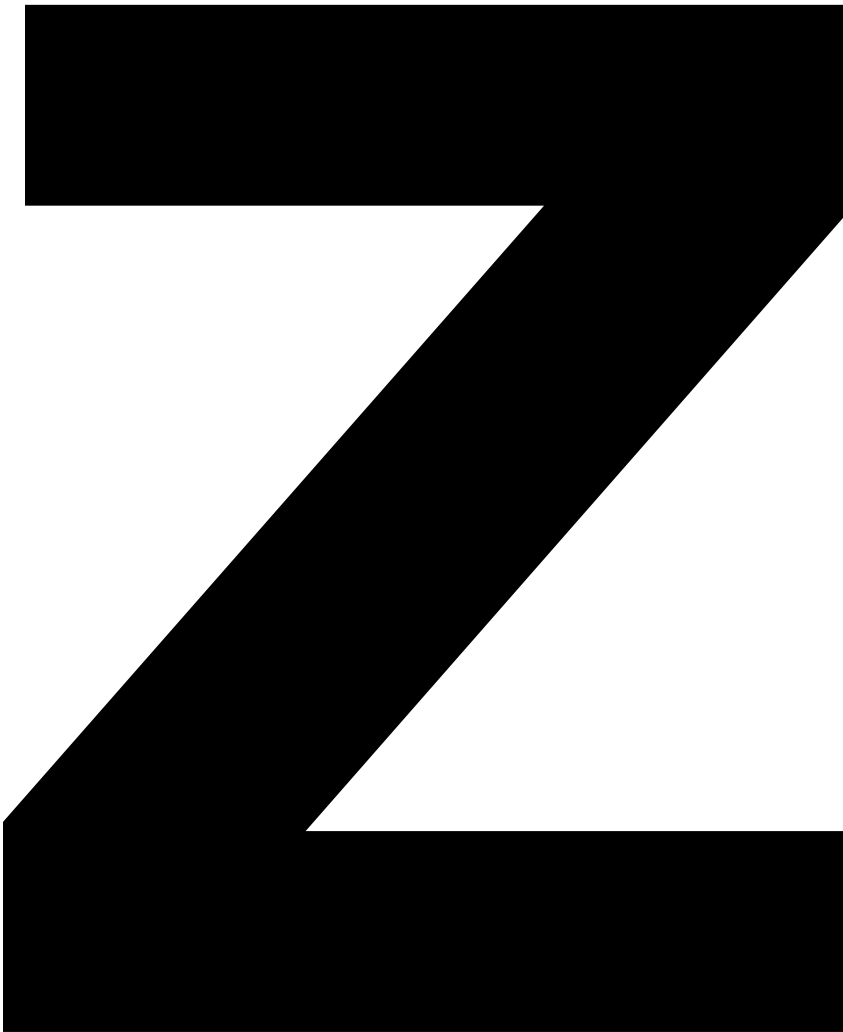
u

n

Q

e





e

u

Q



w

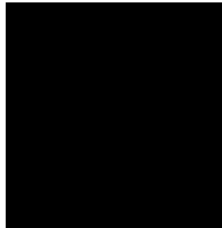
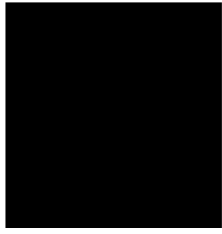




Q



w



u



Q

e

m

sa

n

n

u

n

Q



e

S

o

e



S

e

w

sa

S

S

e





e

m

o

e



sa



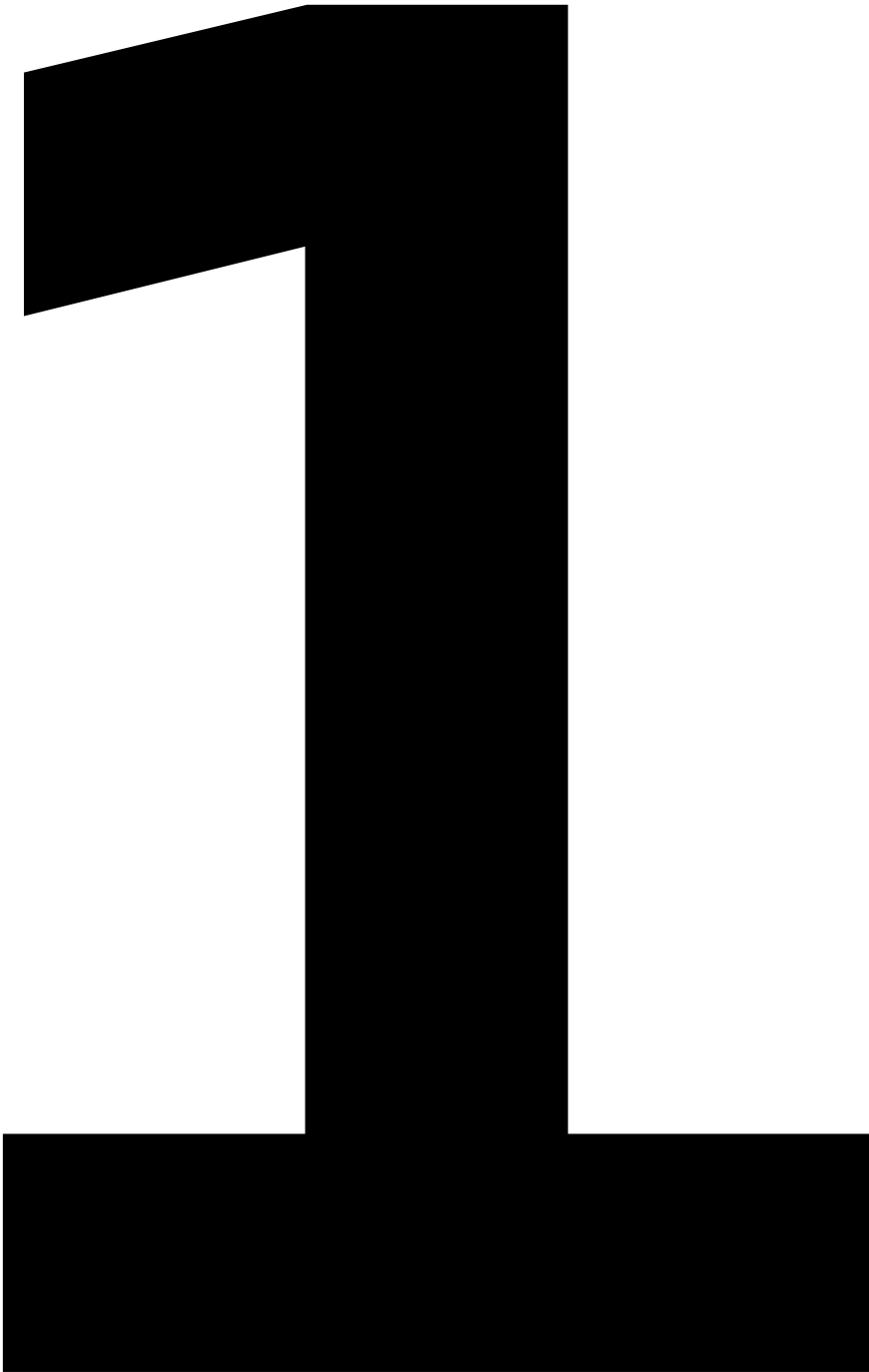
u

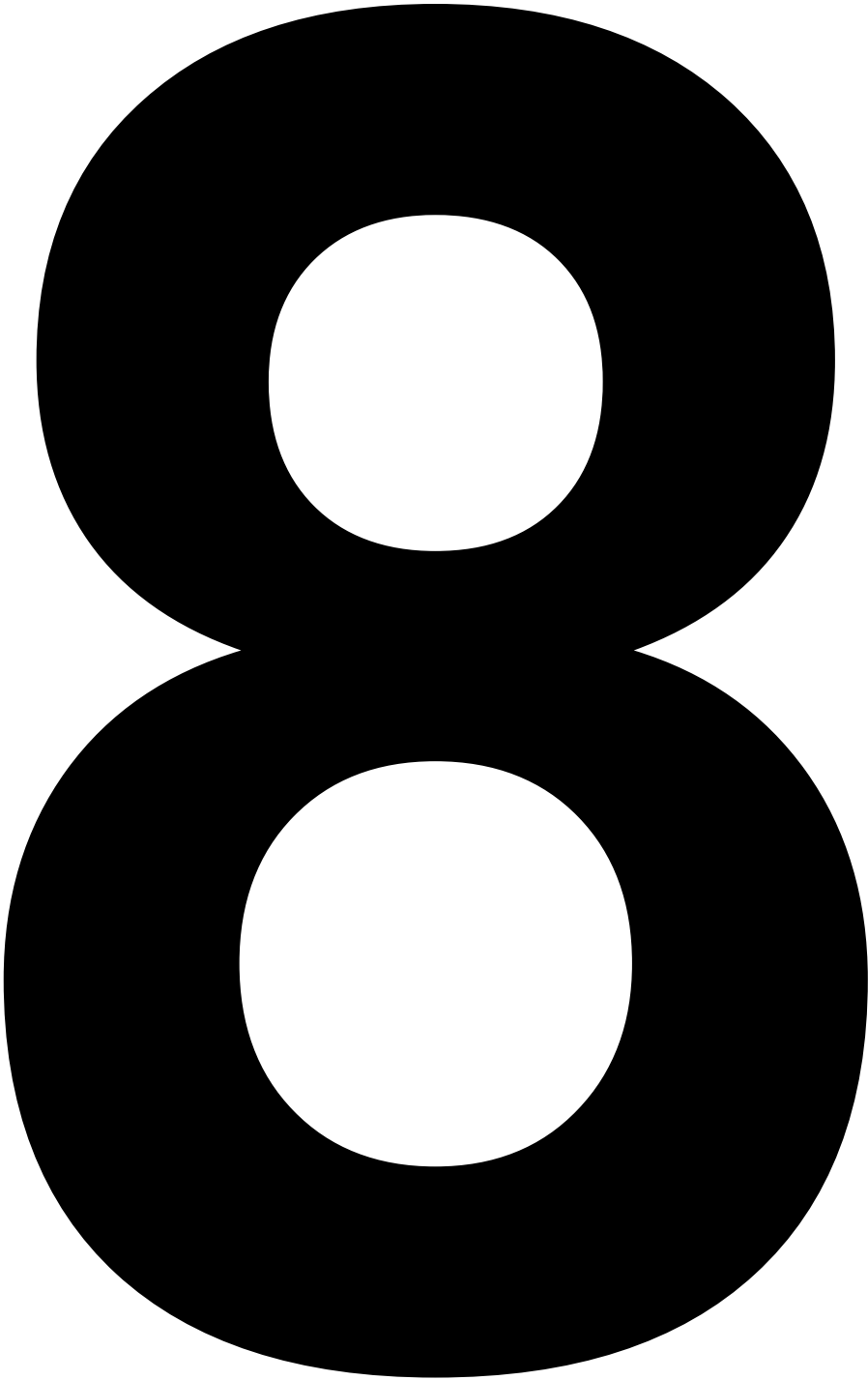


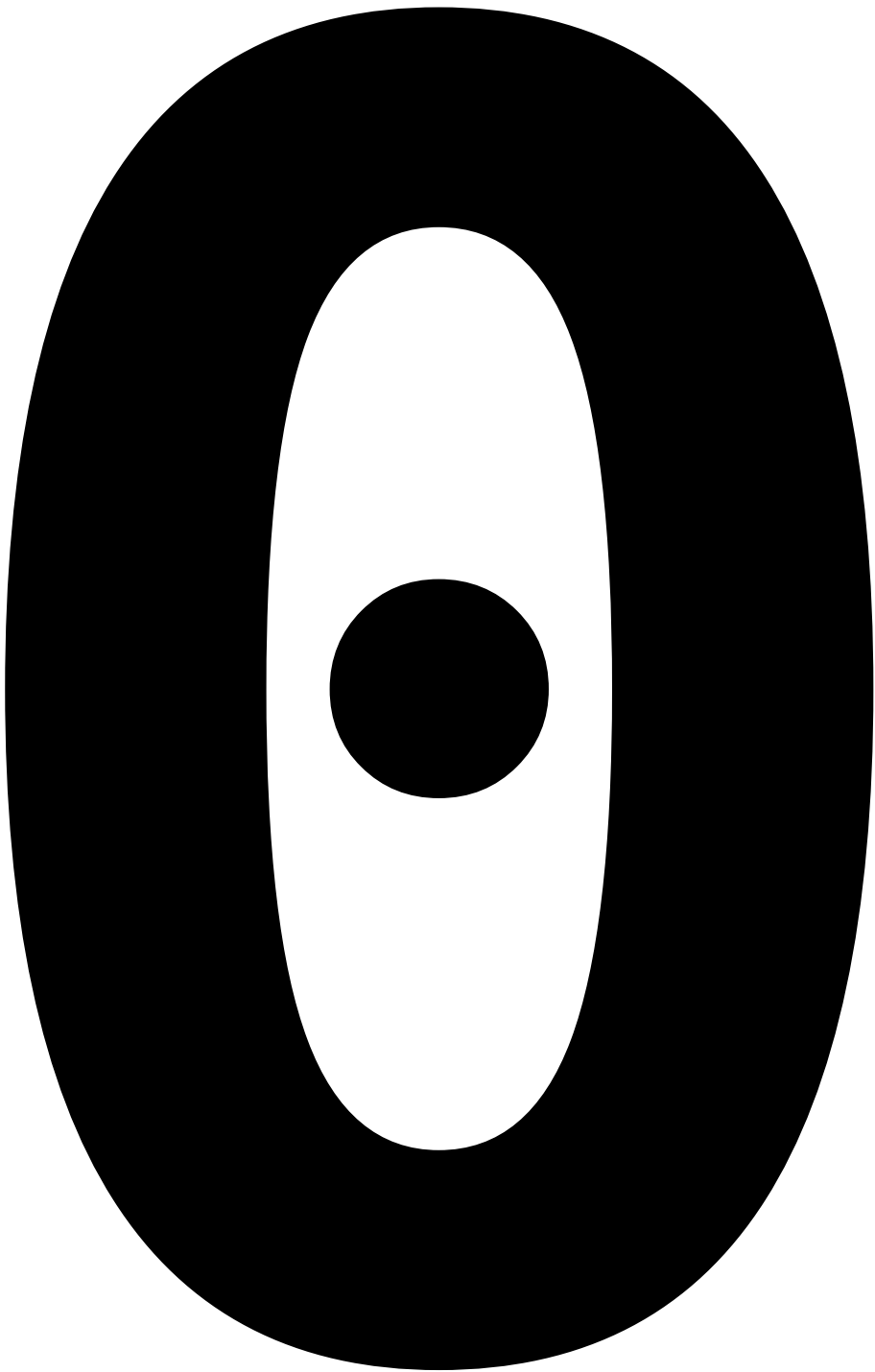
sa

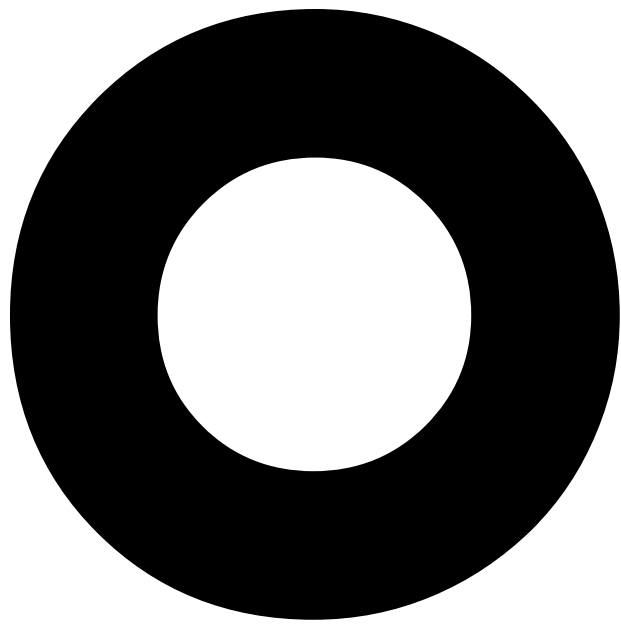
u











C

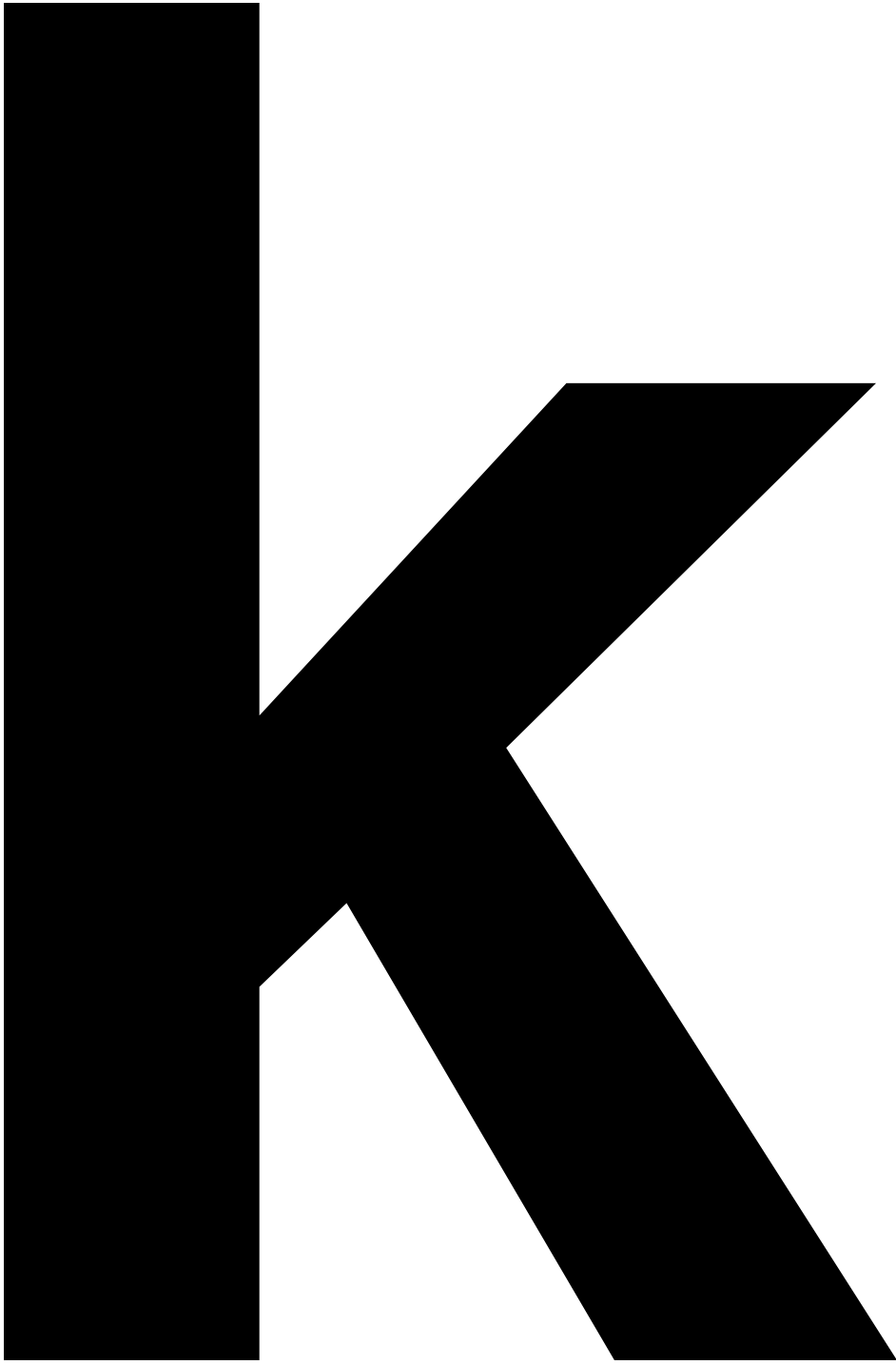
sa

10

S

e

n

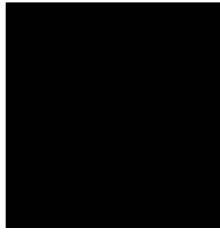
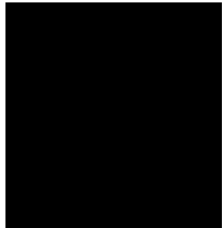


e

n



w



u



Q

e

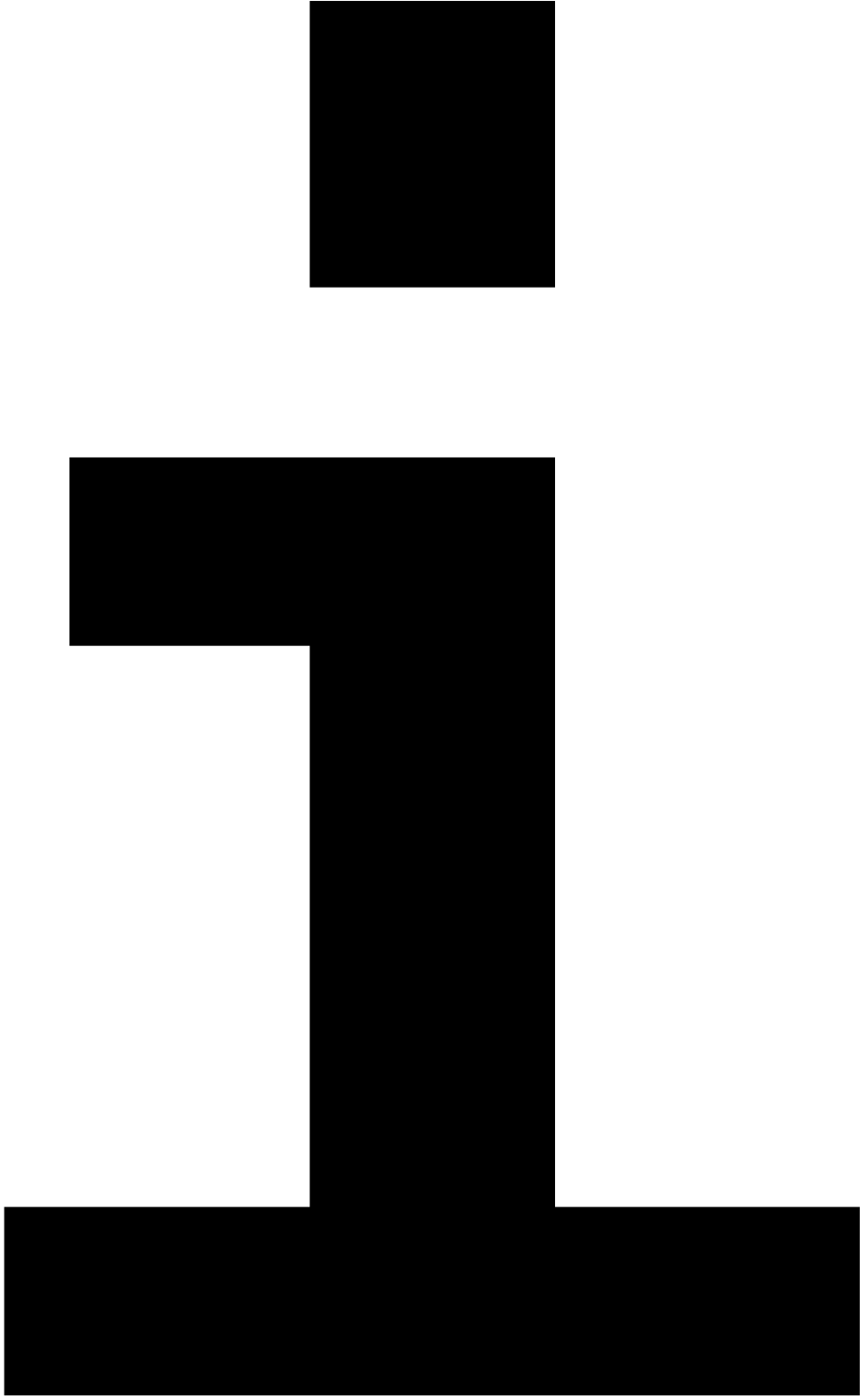
S



C

h

w



e

Q

e



Q



e

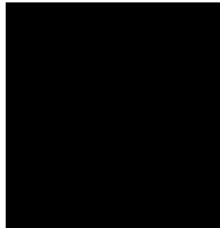
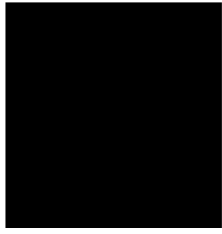
u



S

o





u

n

Q

J



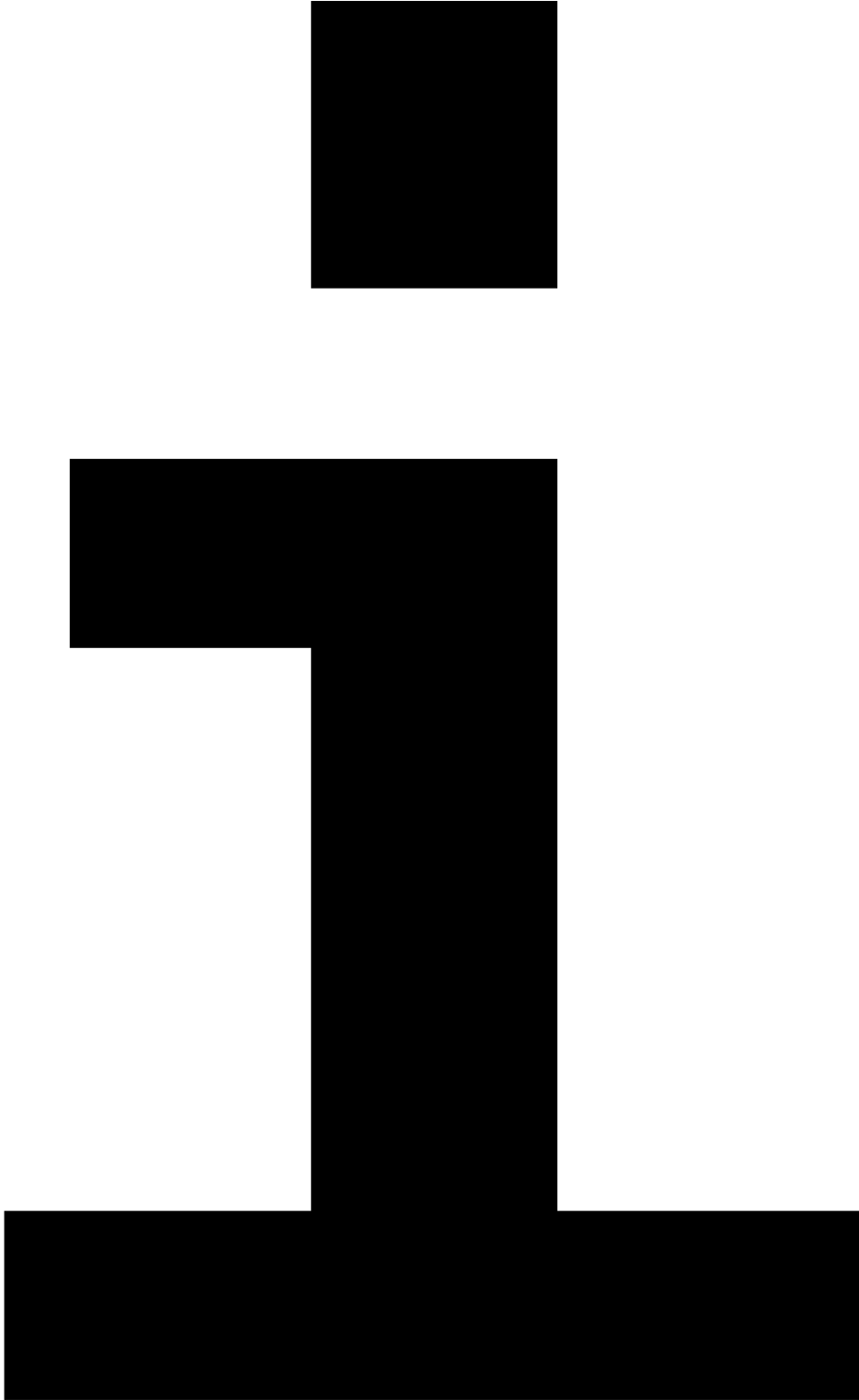
C

h

e



e



S



u

n

Q

e



n

S



e

J

J

e

n



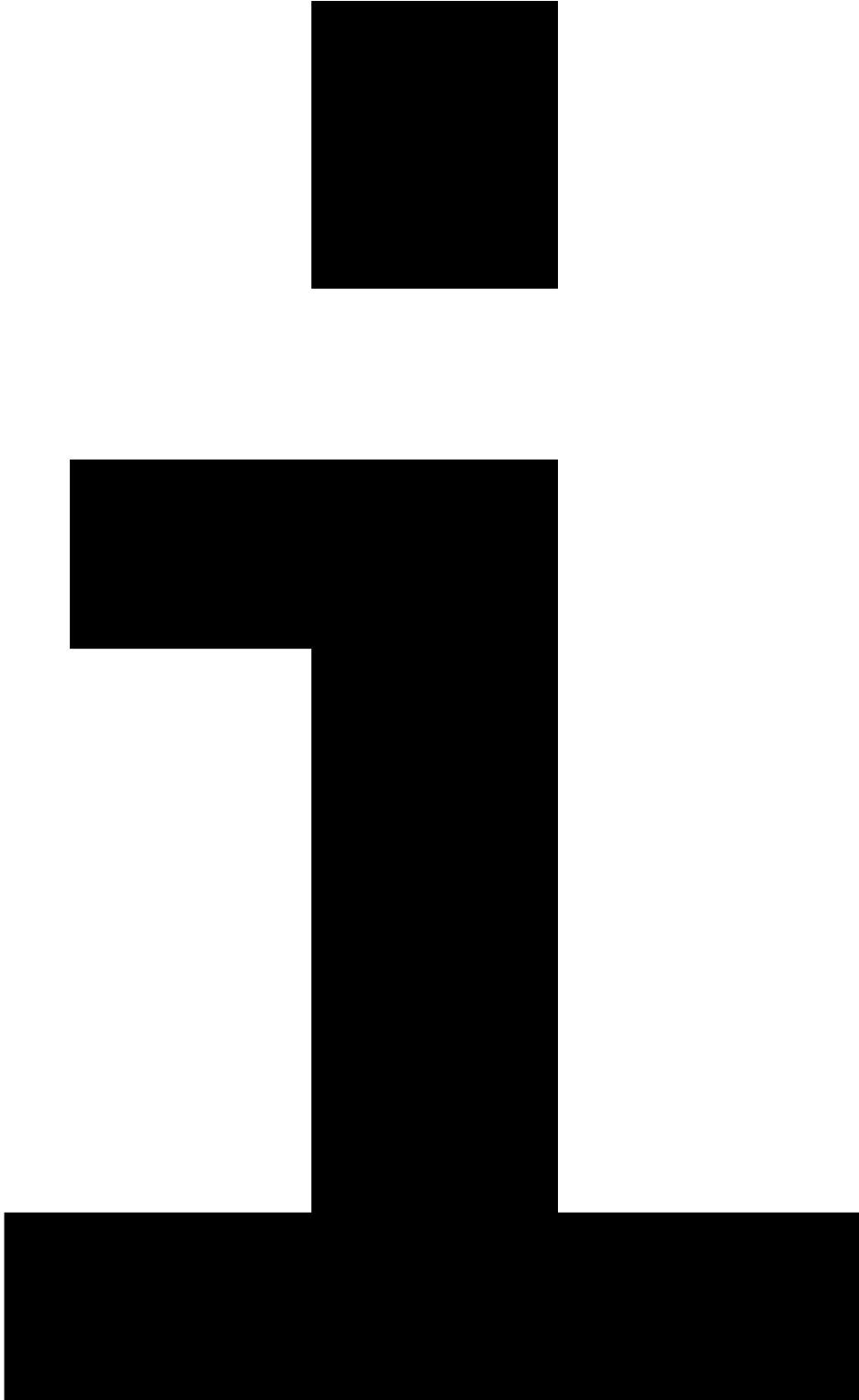


S

e



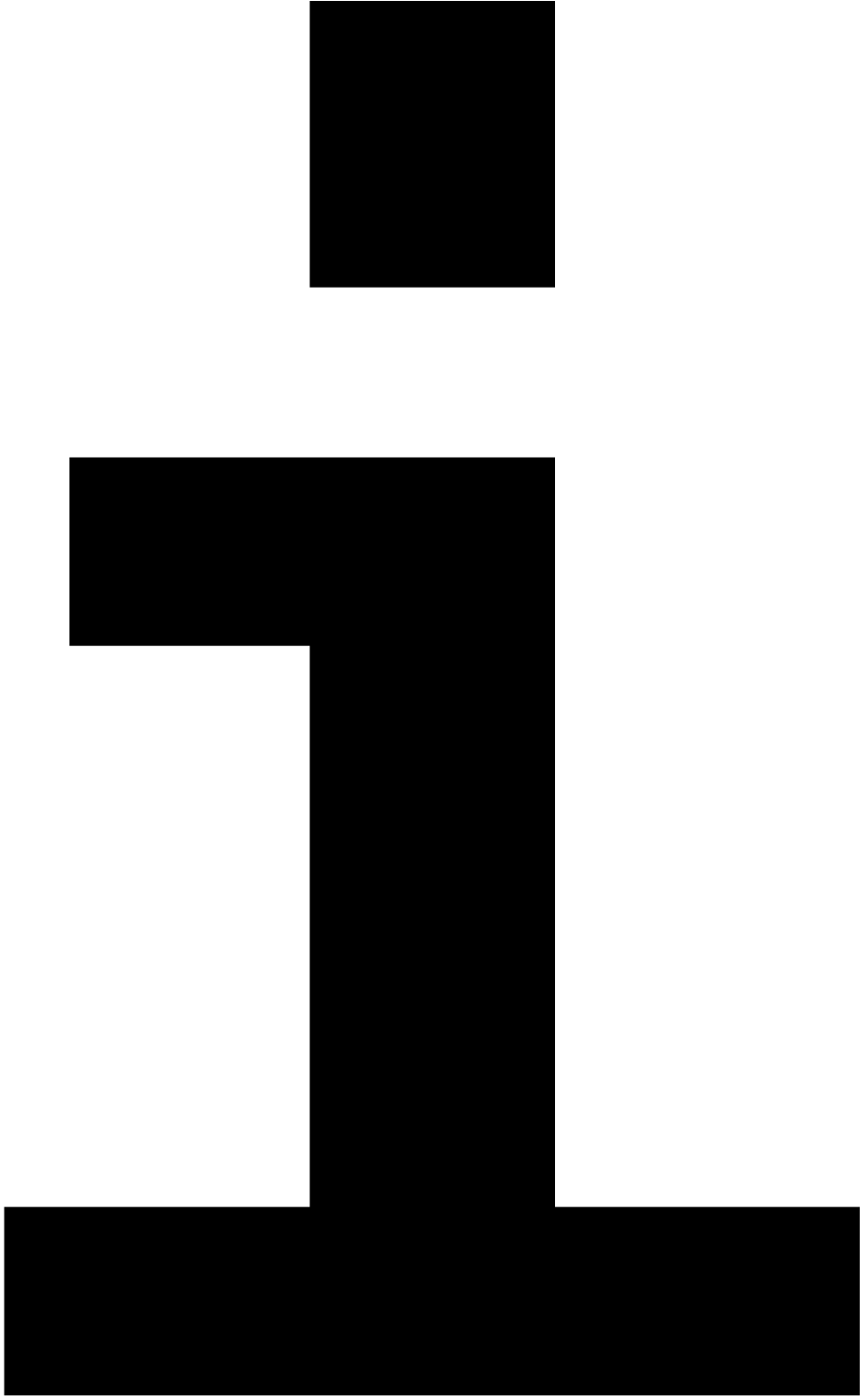
Q



10



S



C

h

S



m







m

B

e



e



C

h



w



S

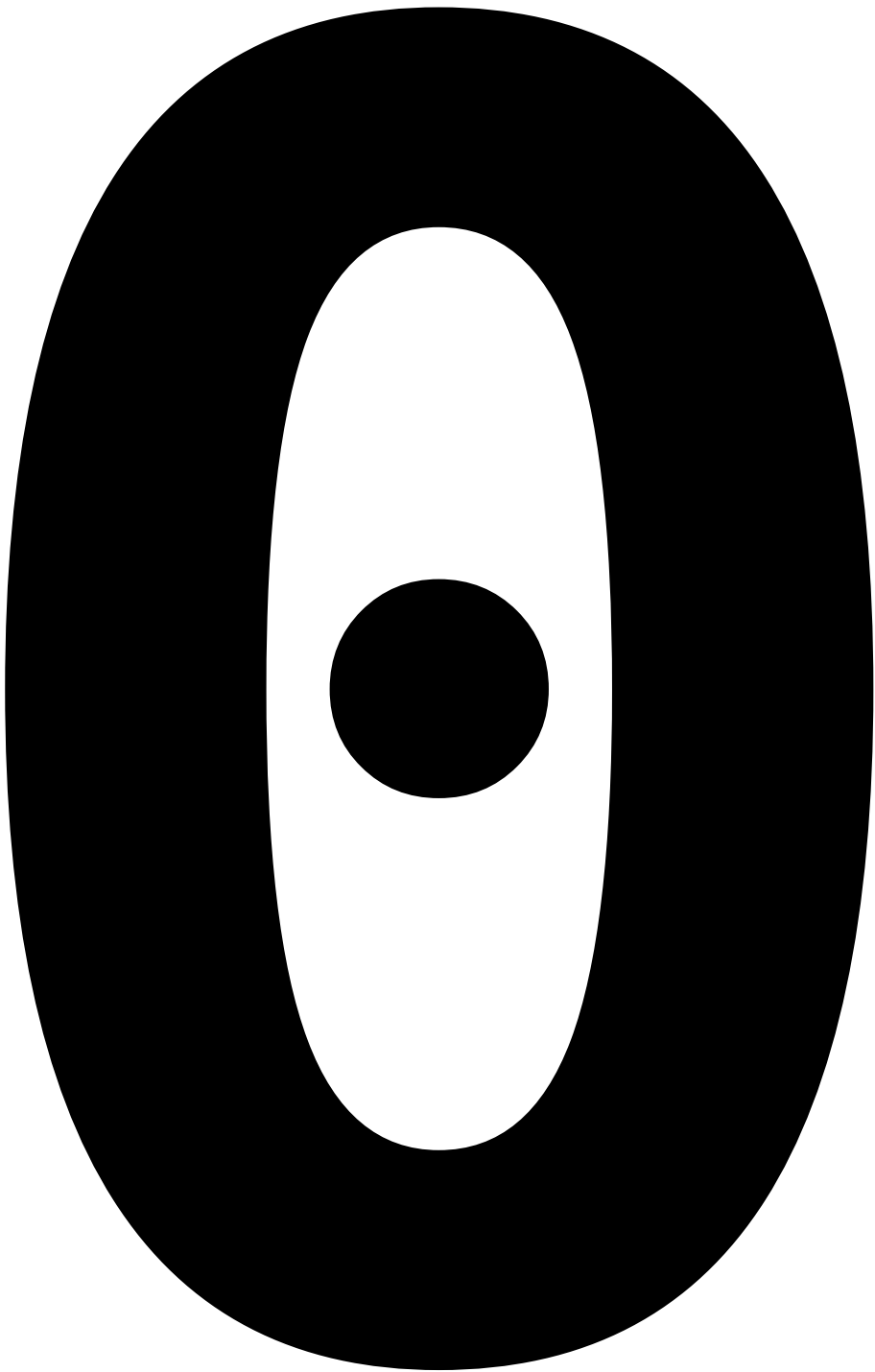
C

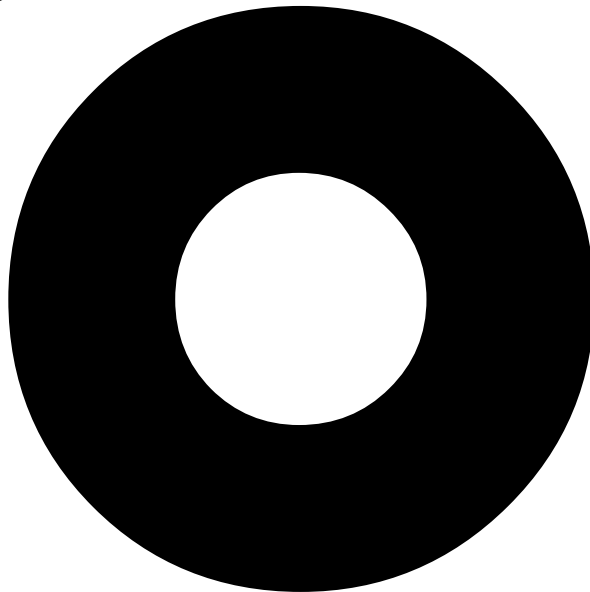
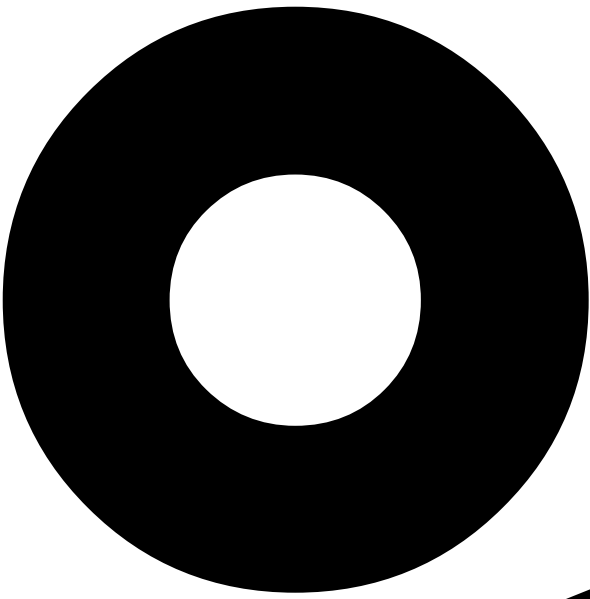
h

e

n

5

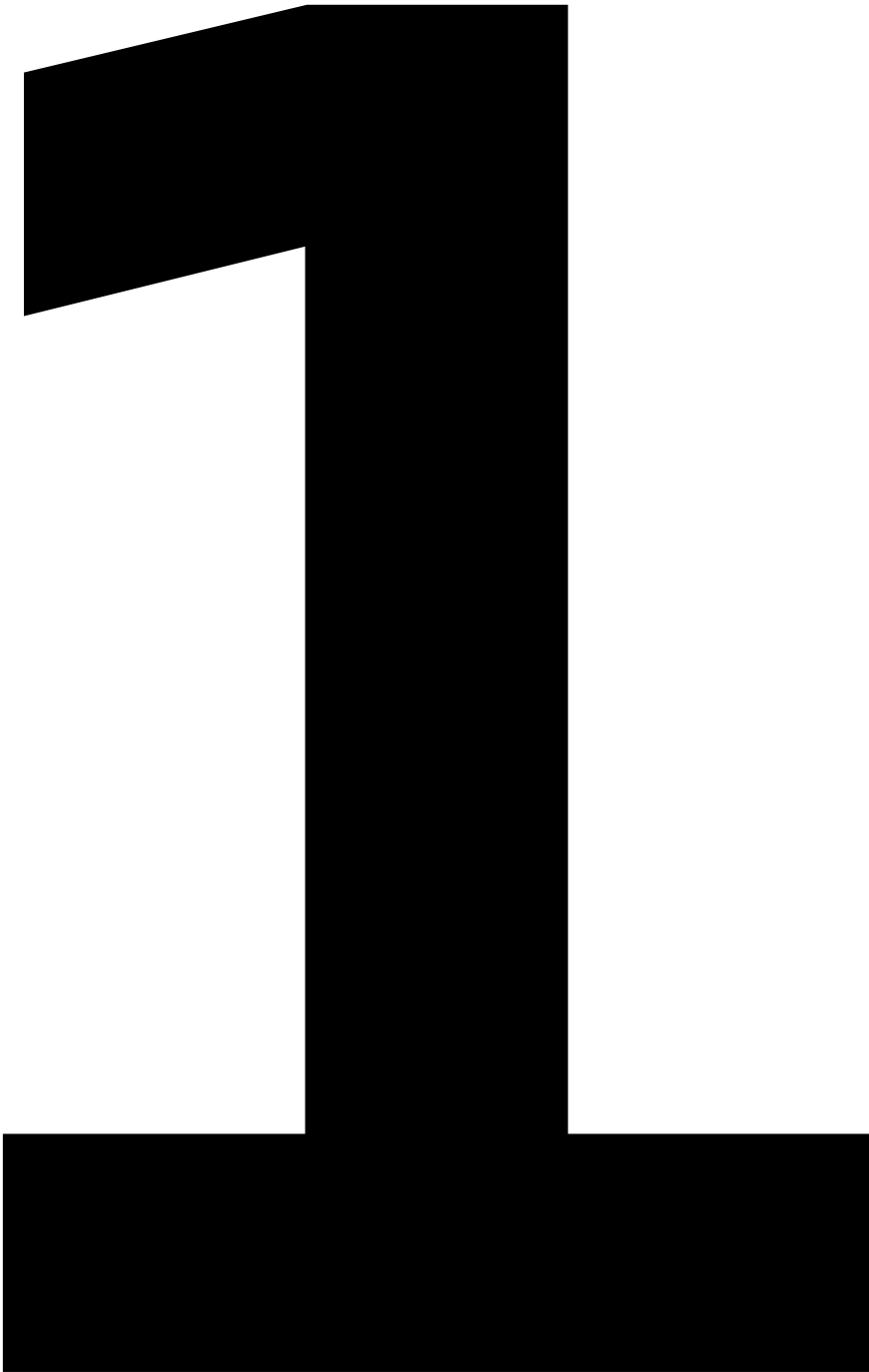


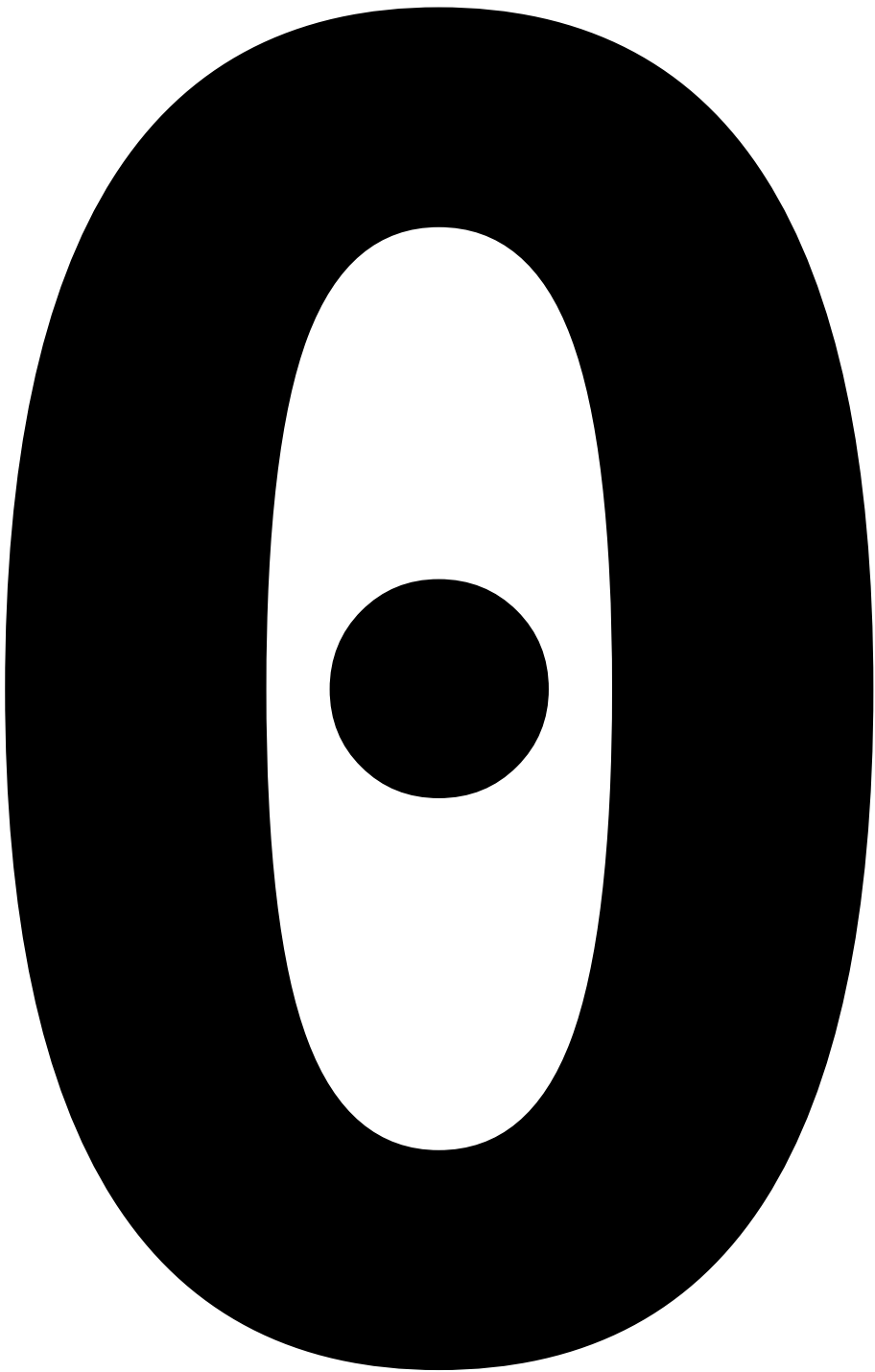


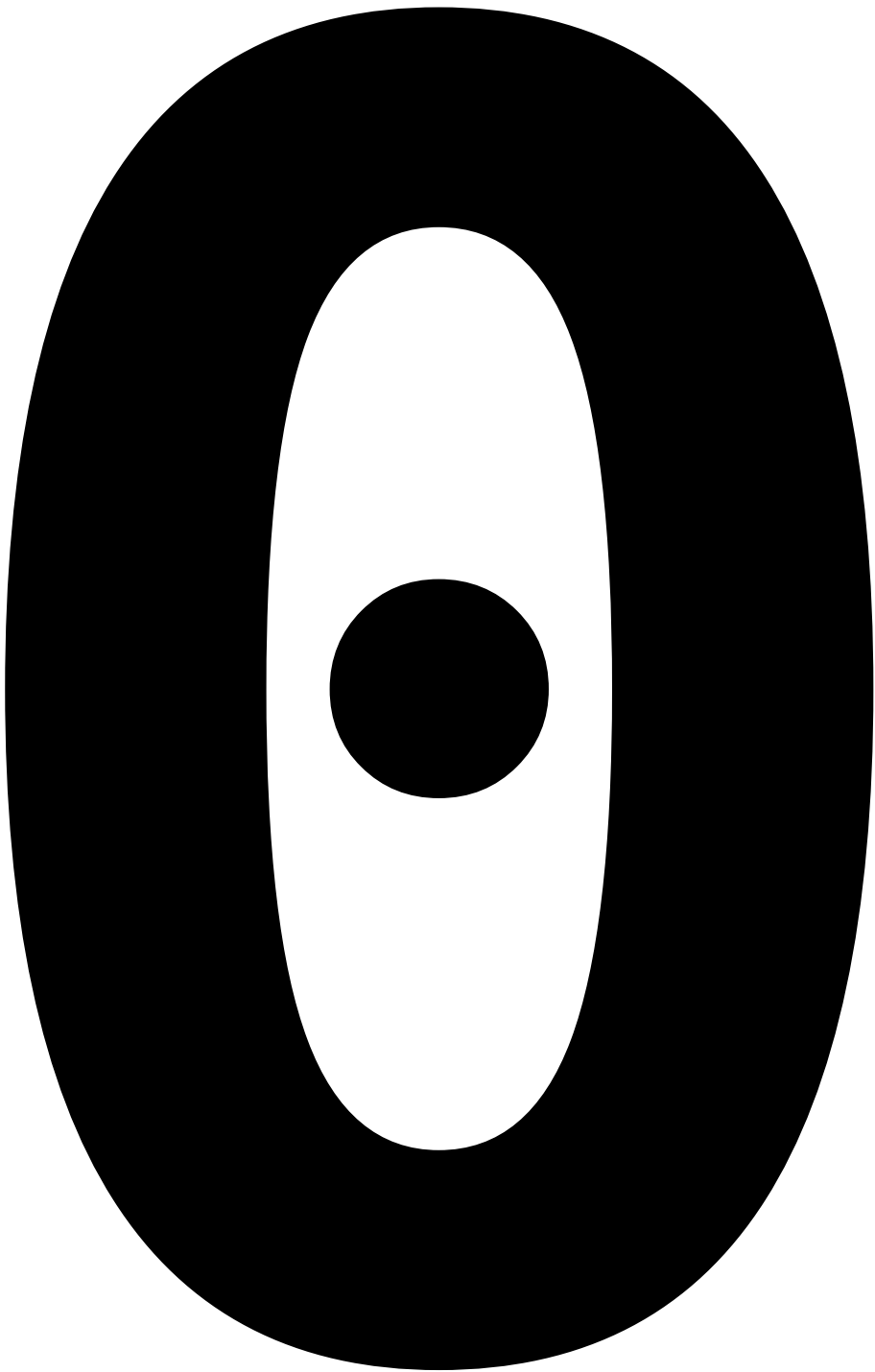
10

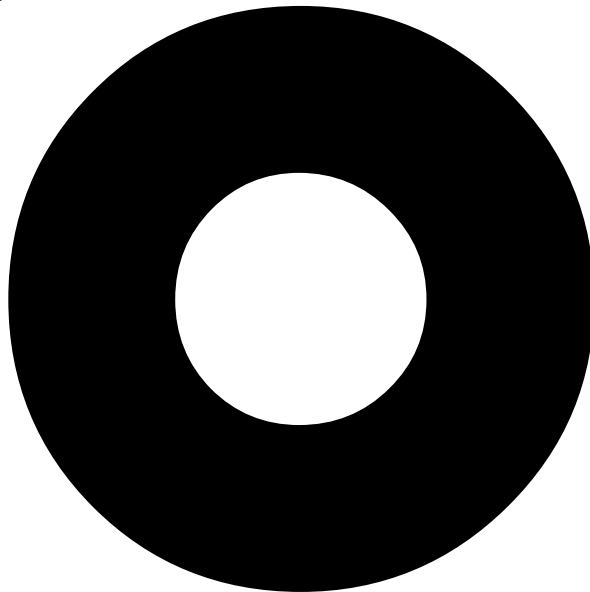
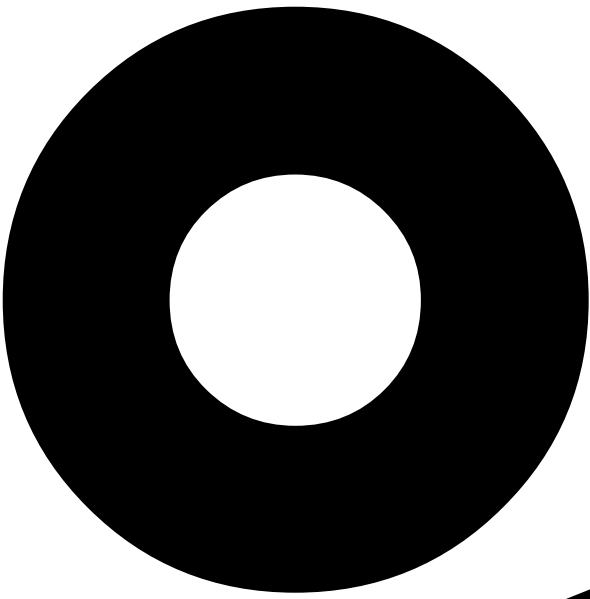


S











e



S



u

n

Q

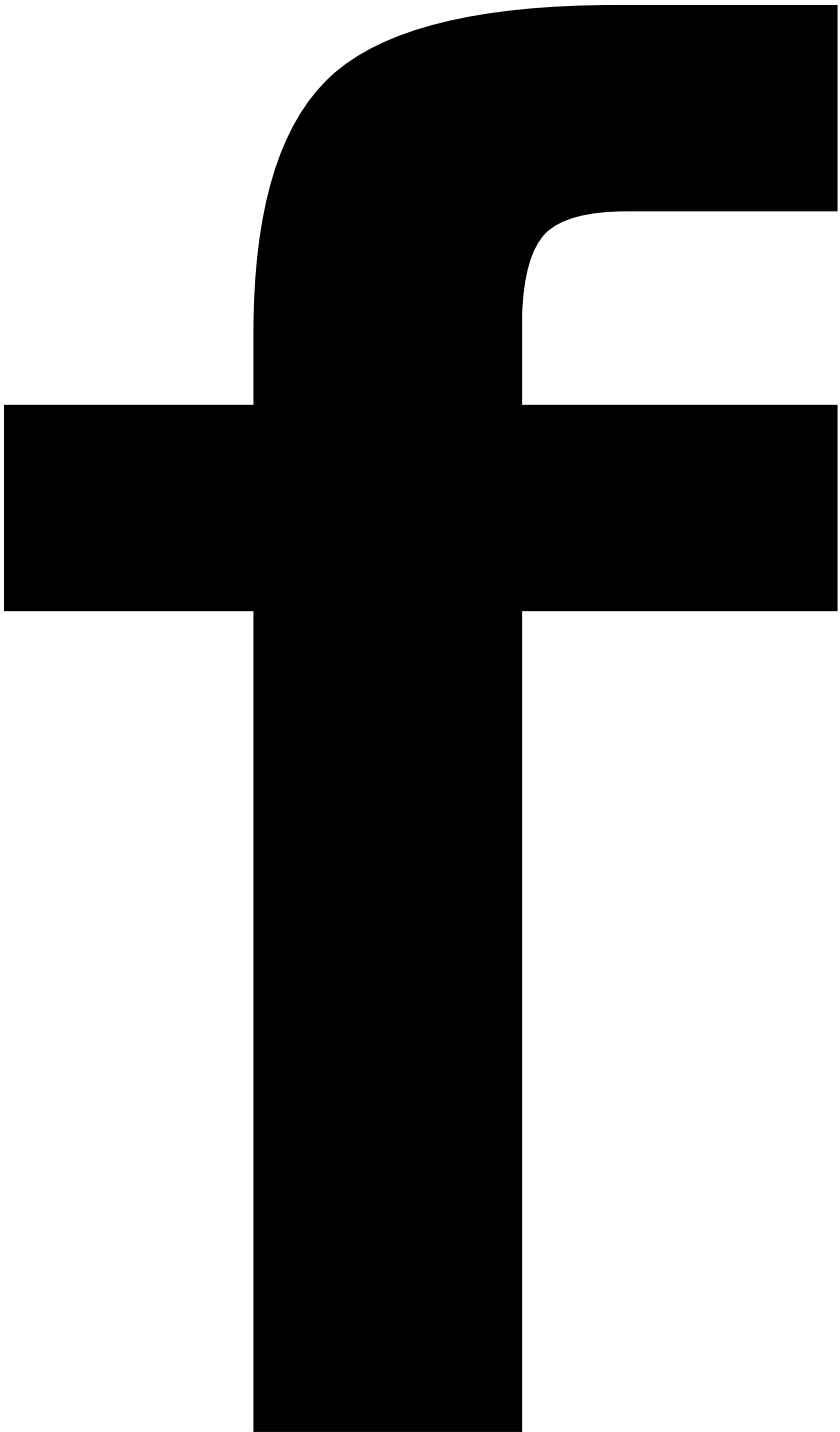
e



n

u

m



sa

n

Q



e

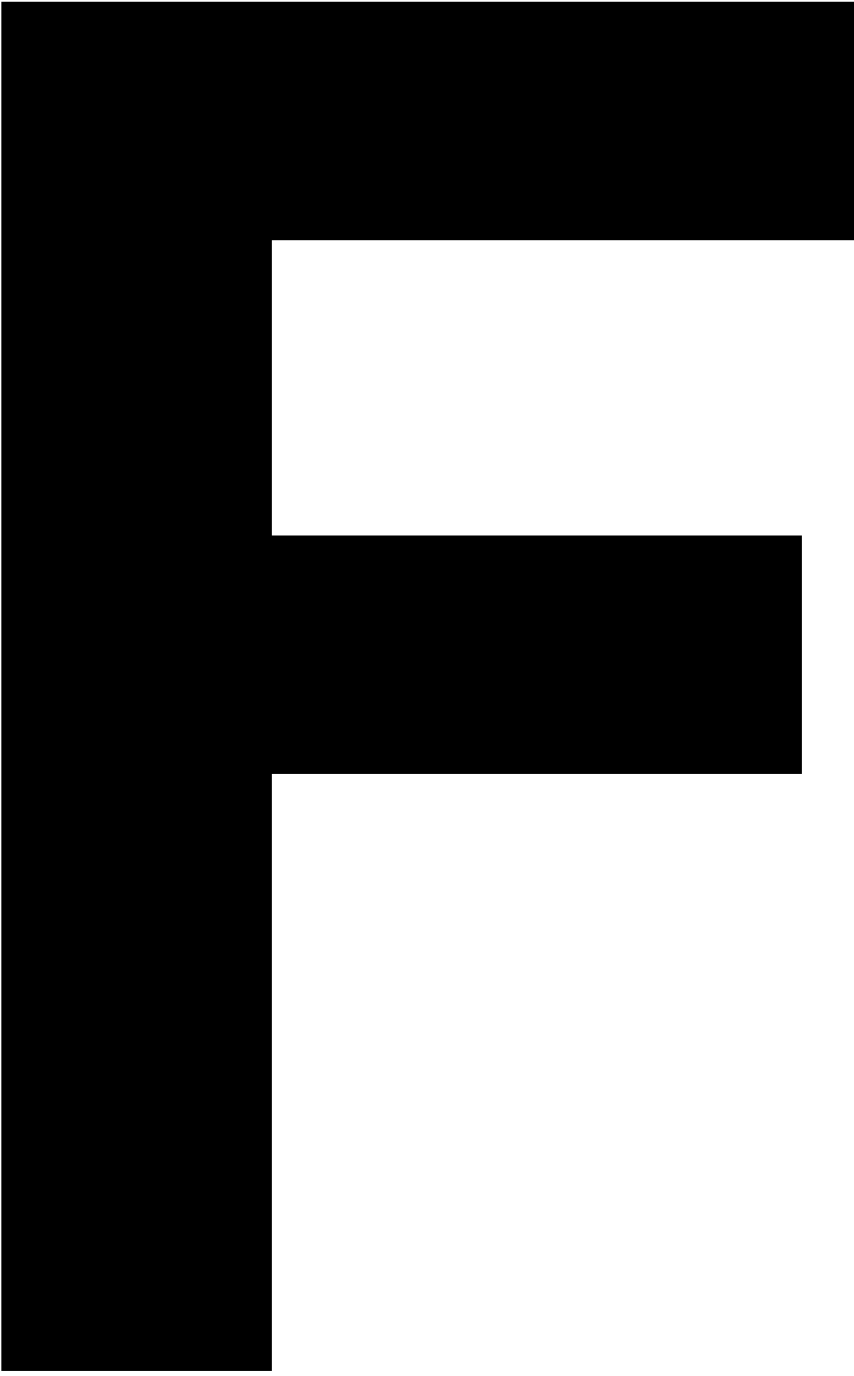


C

h

e

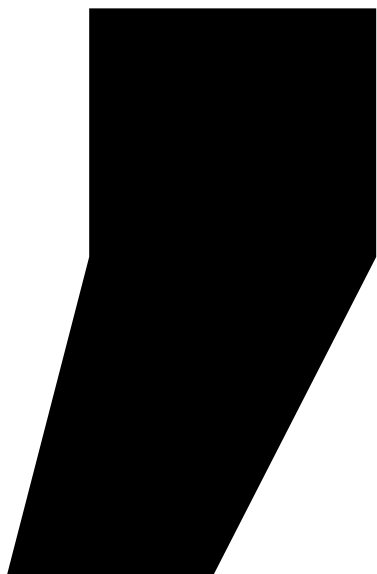
S



e

J

Q





n

Q

e

m

S



C

h

Q



e



e



S



u

n

Q

Q

u



C

h

K



m

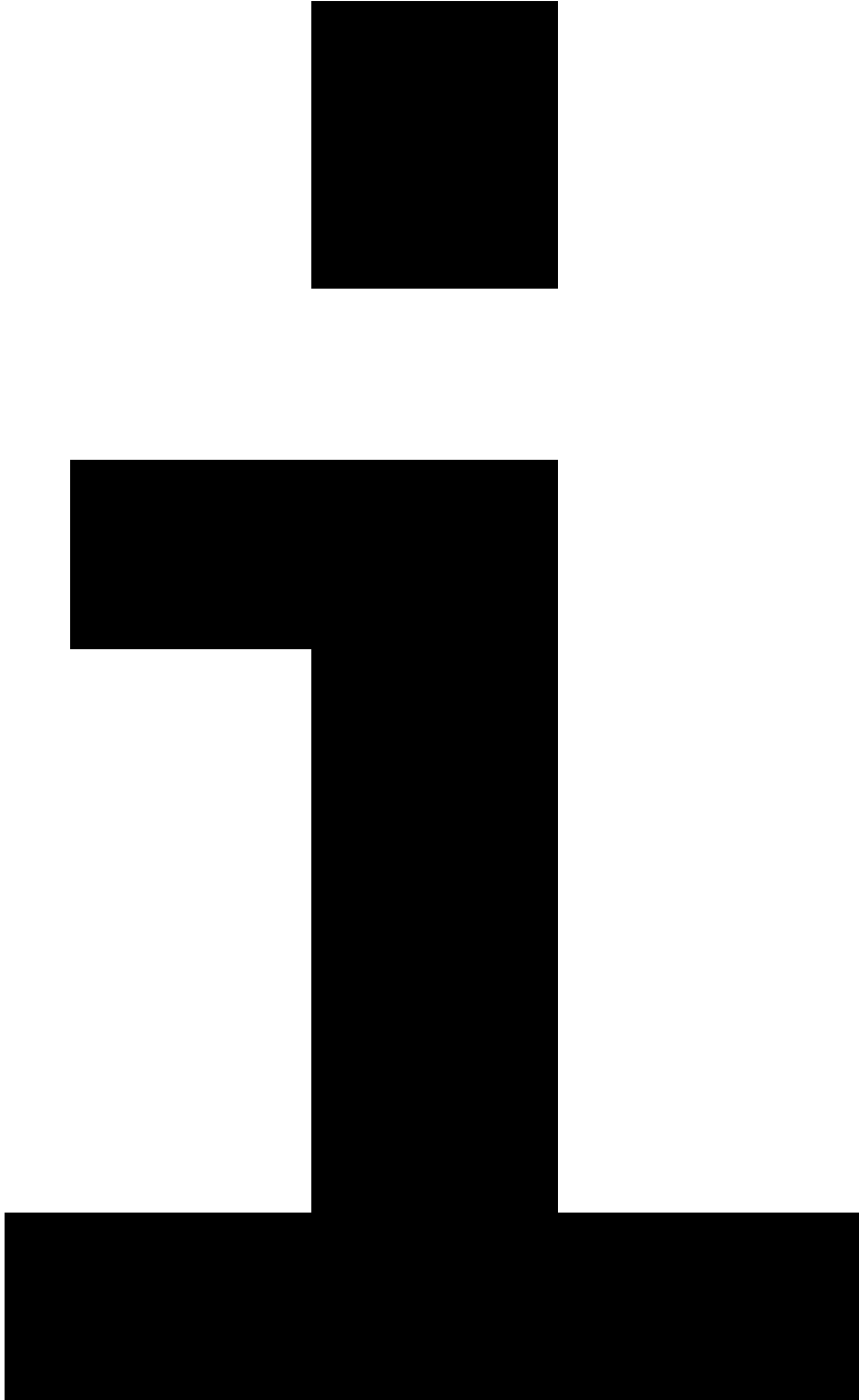
10



n

sa







n

V



n

S



e

u

e



S



sa

10

S



e

J

J

u

n

Q

e

n

u

n

Q

S

o

e



S

e

w

sa

S

S

e





e

m

o

e



sa



u





e

Q

e

J

n

J



5a

RS





D



e

o

h

Y

S





sa

J



S

C

h

e

U



S

sa

C

h

e



S



10

e



sa

J

J

e

n

S



e

Q

e

w

5a

S

S

e





e

sa









e

n

Q



e

A

10

h



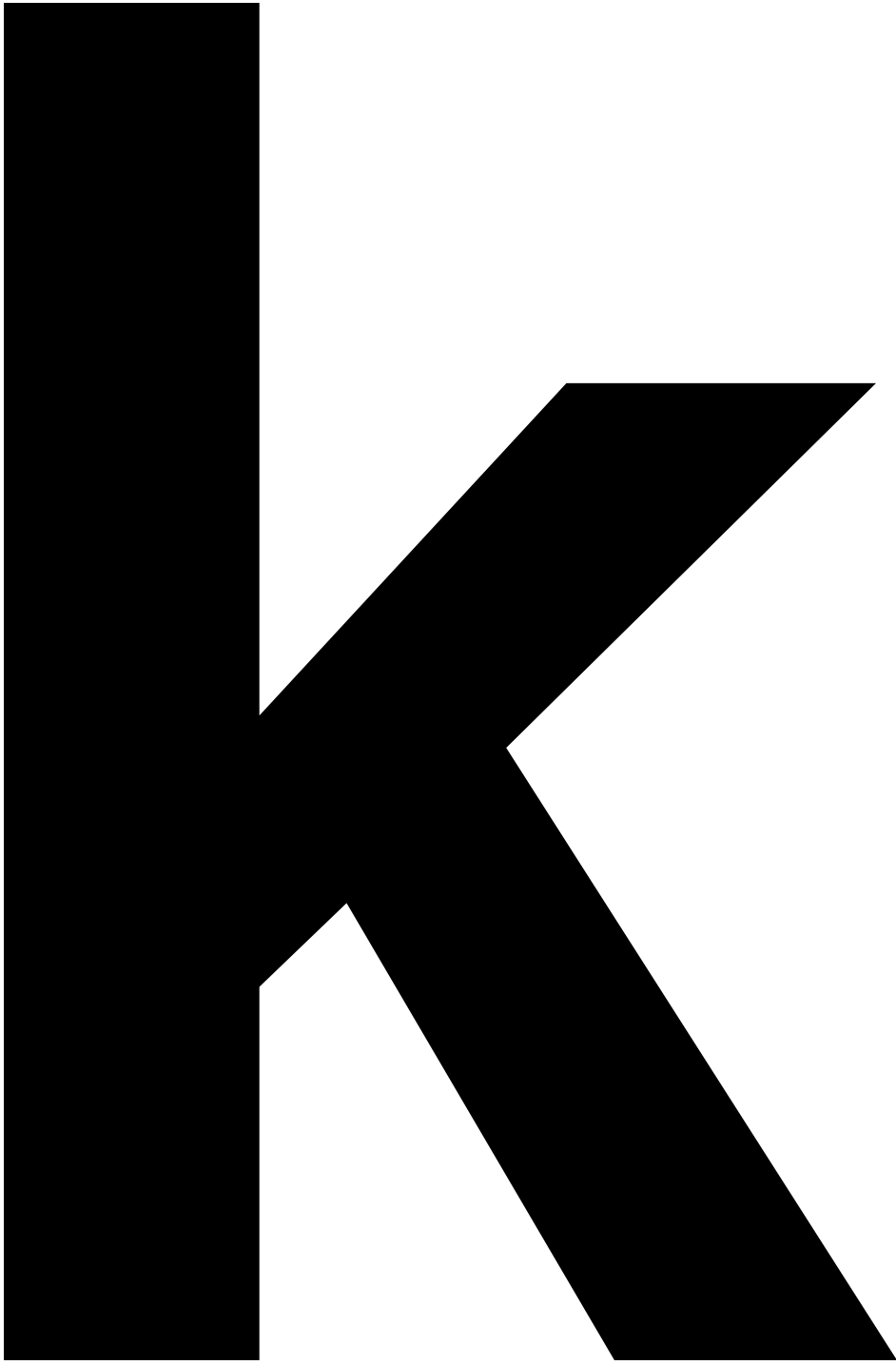
5

n

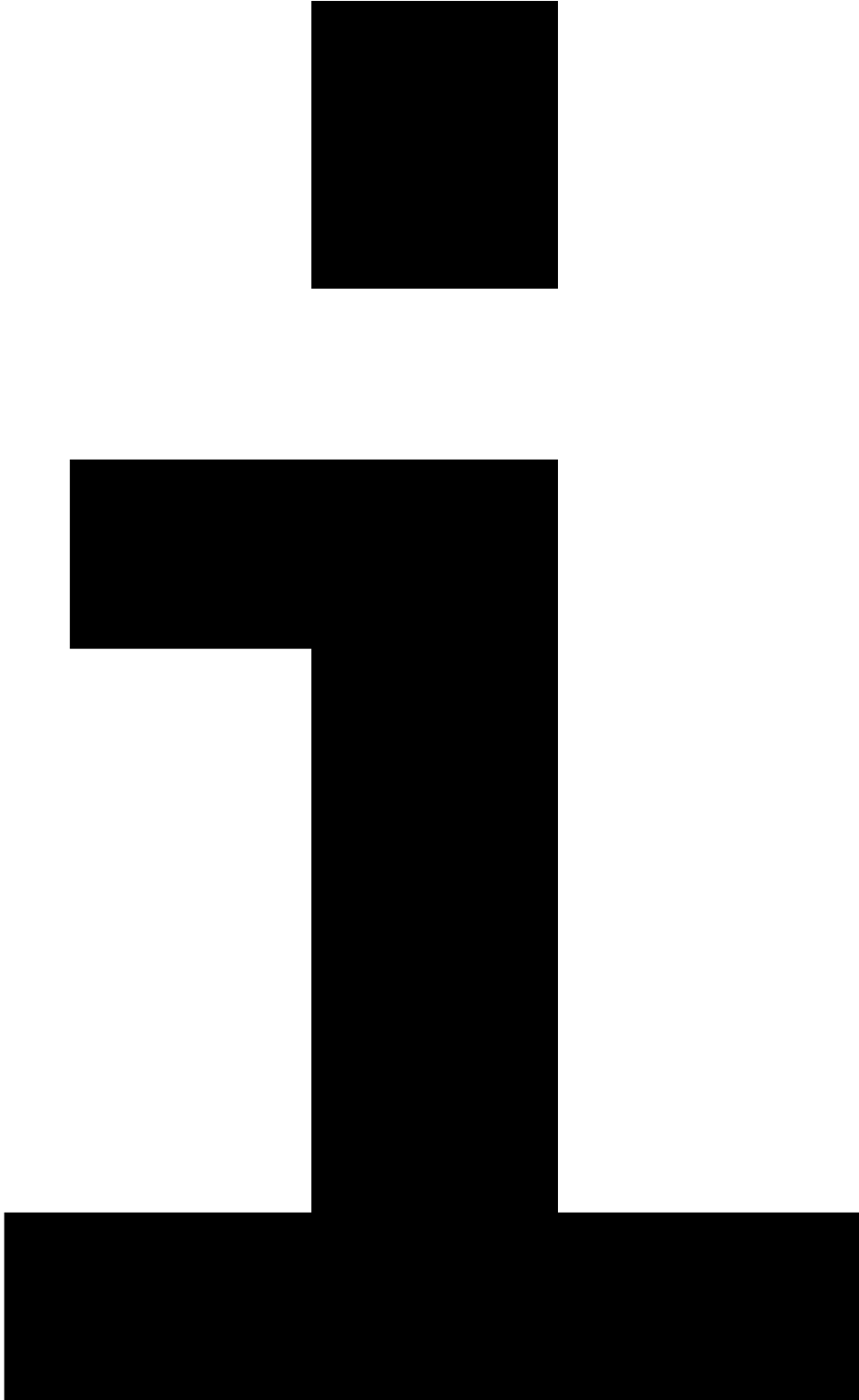
Q



Q



e





Q

e



A

10

10



e

m

S

U

n

Q

Q

e



N

e

u





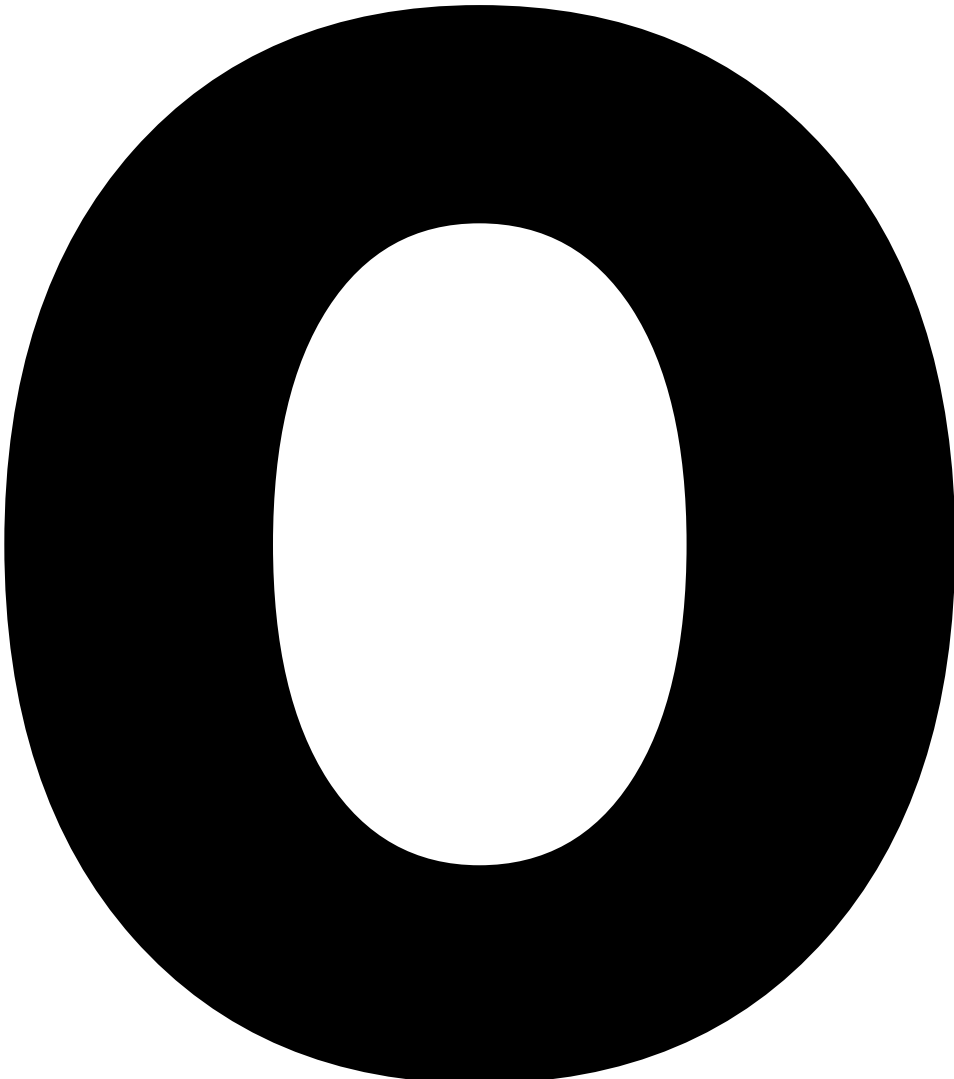


n

e

n

V



n

Q

e



D



C

h



e

Q

e

S

M



Q

e



sa







S



B

e



R

e

sa









e

n

m





U

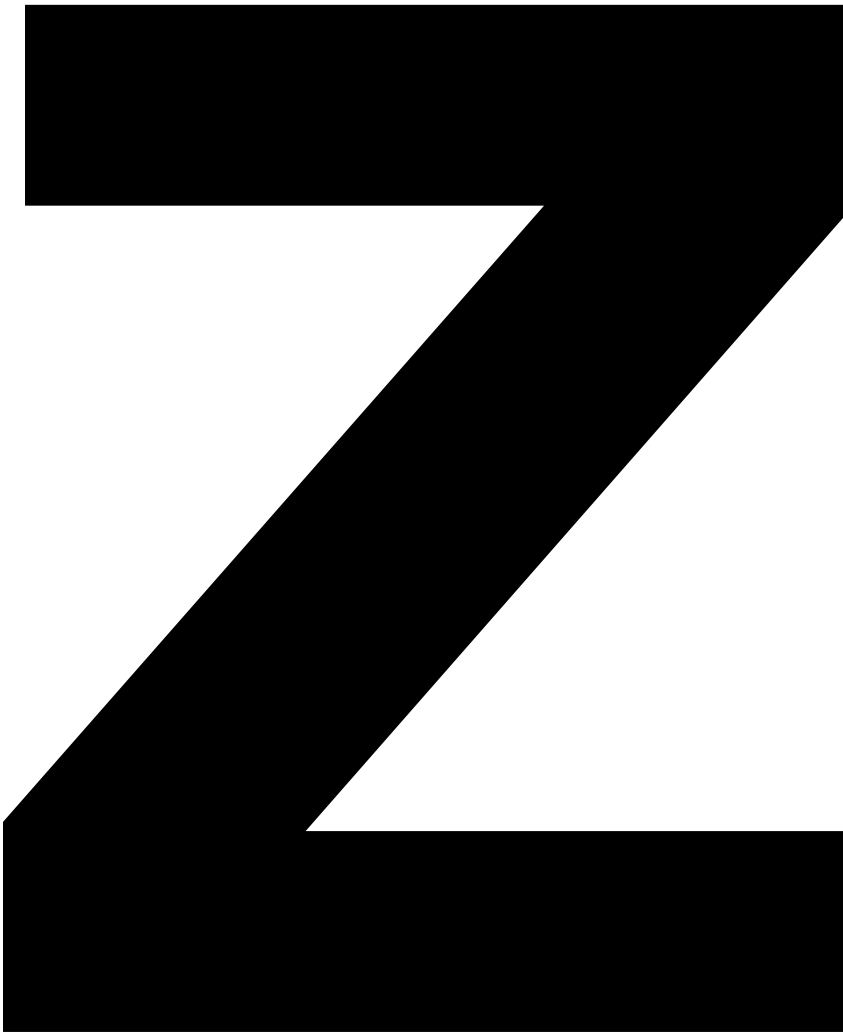
m

w



5

J



o

u

m

o

e

n

w





Q

Q



e

D



C

h



e

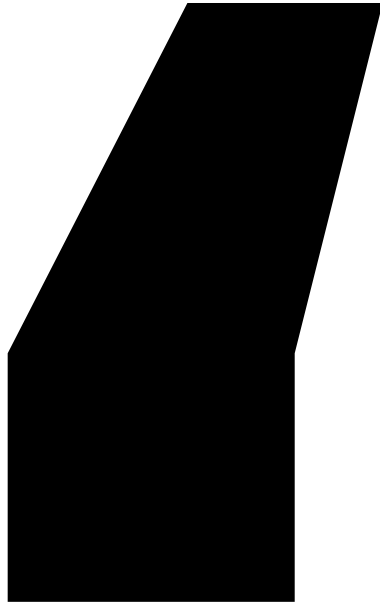
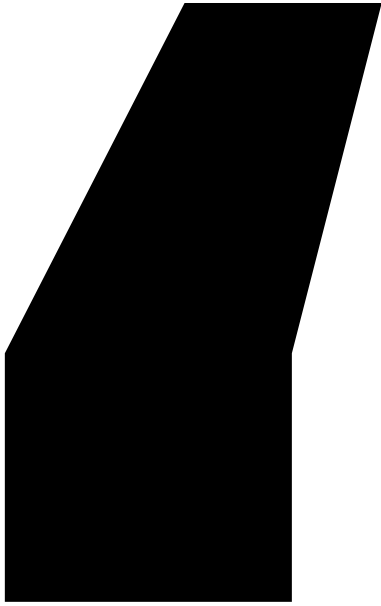
Q

u



C

h



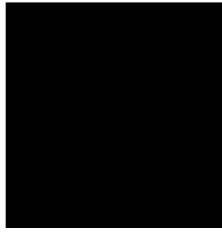
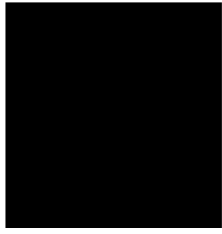
sa

u

S

S

o

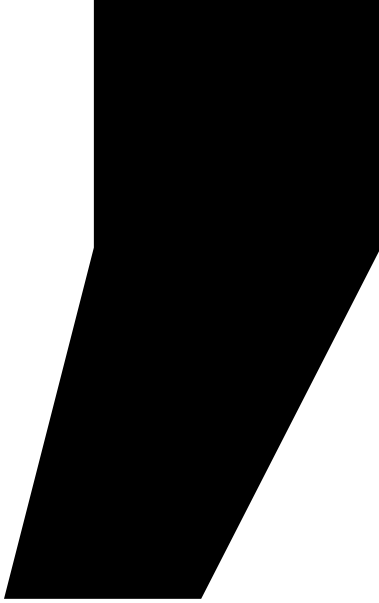


u

J

e

n



V



n

D

sa

m

o



10

J

sa

S

e

n

sa

u

S

Q

e

n

B



e

n

n

e

J

e

m

e

n



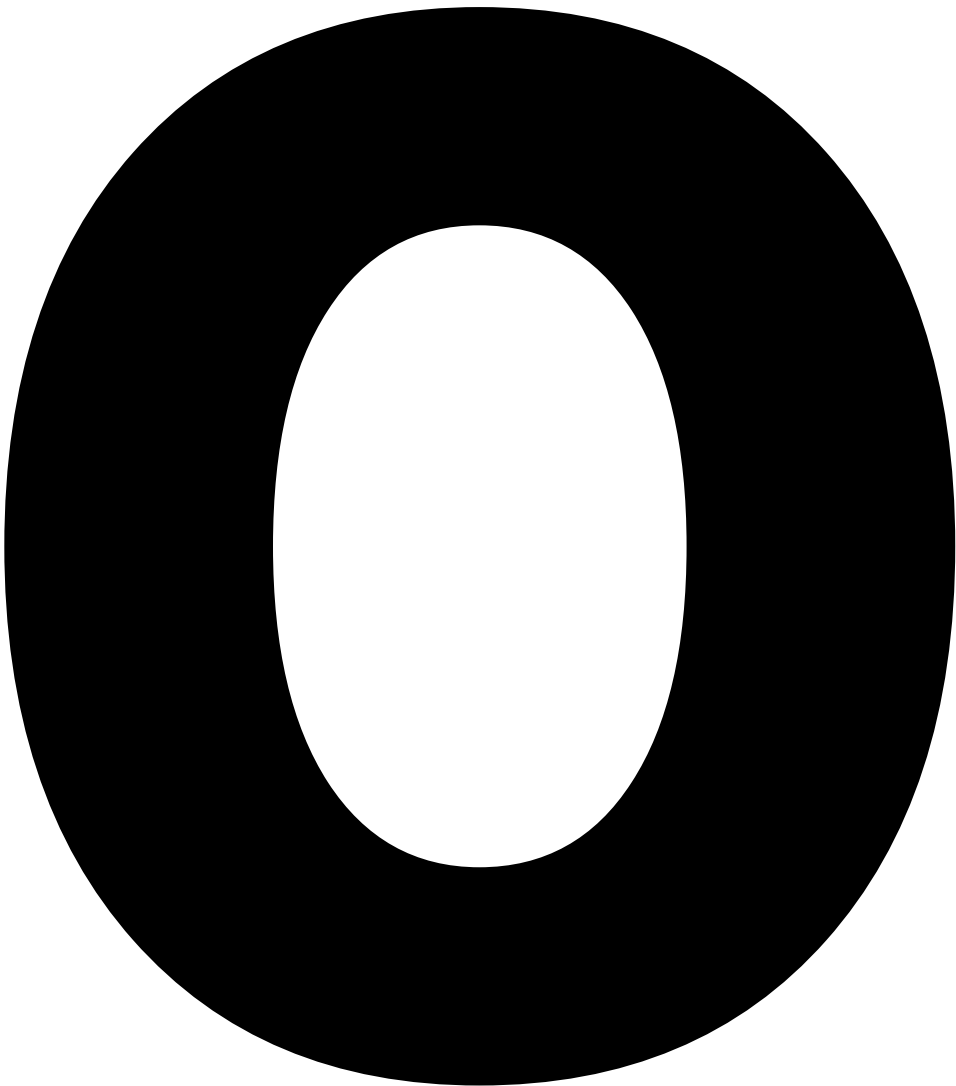
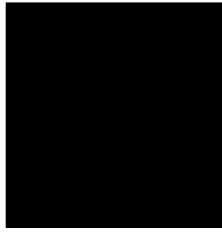
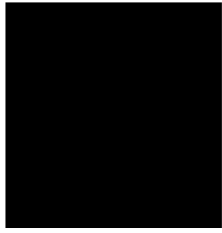
e

n

e



h



h





10

e



N

sa



u



u

m

J

sa

u



Q

U



C

h

Q

sa

S

A

10

S

e

n



e

n

Q

e



m







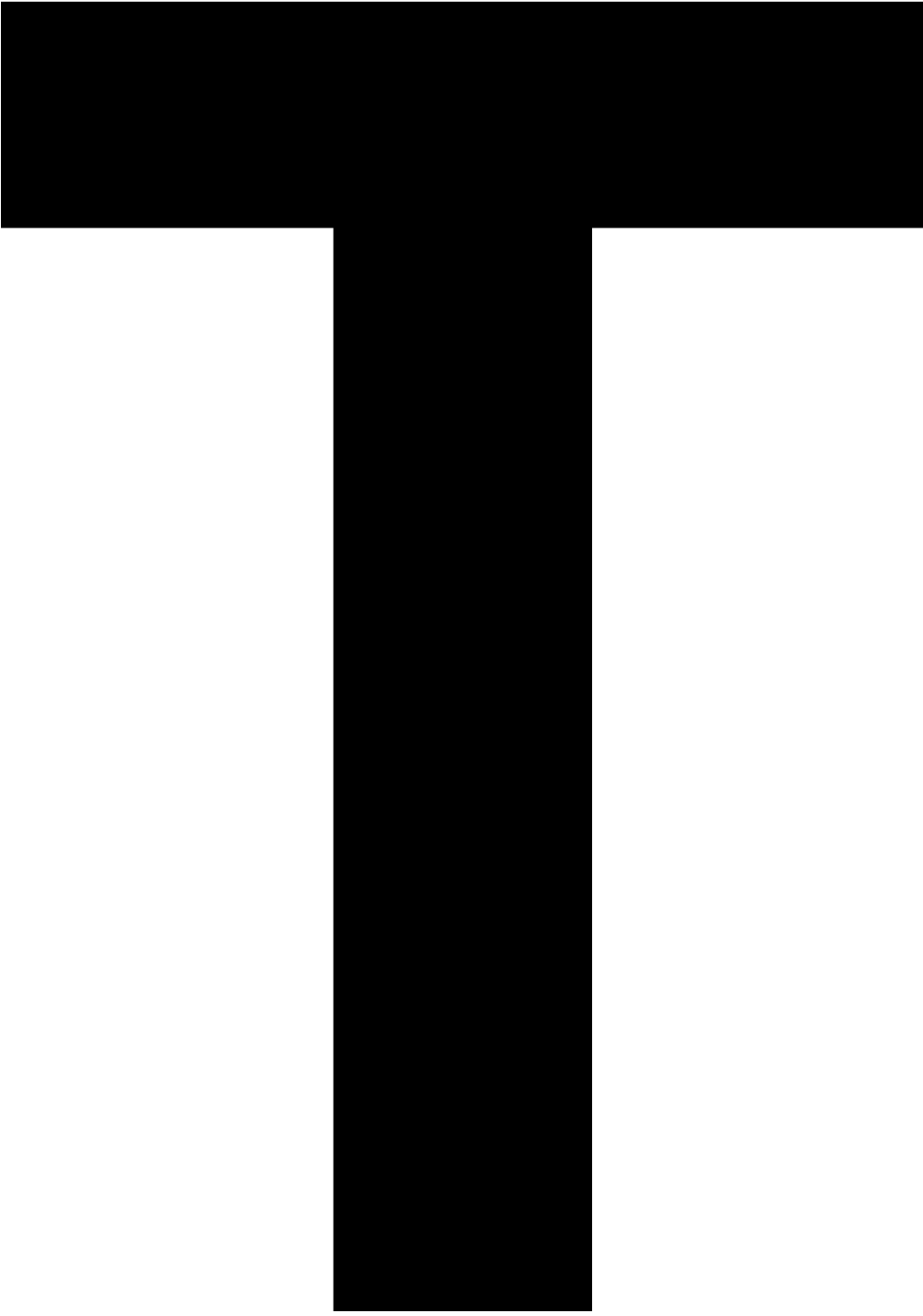
J

e



e

n



e

m

o

e

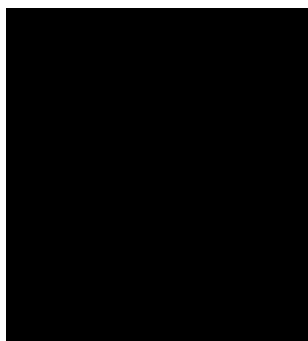


sa



u





w

e

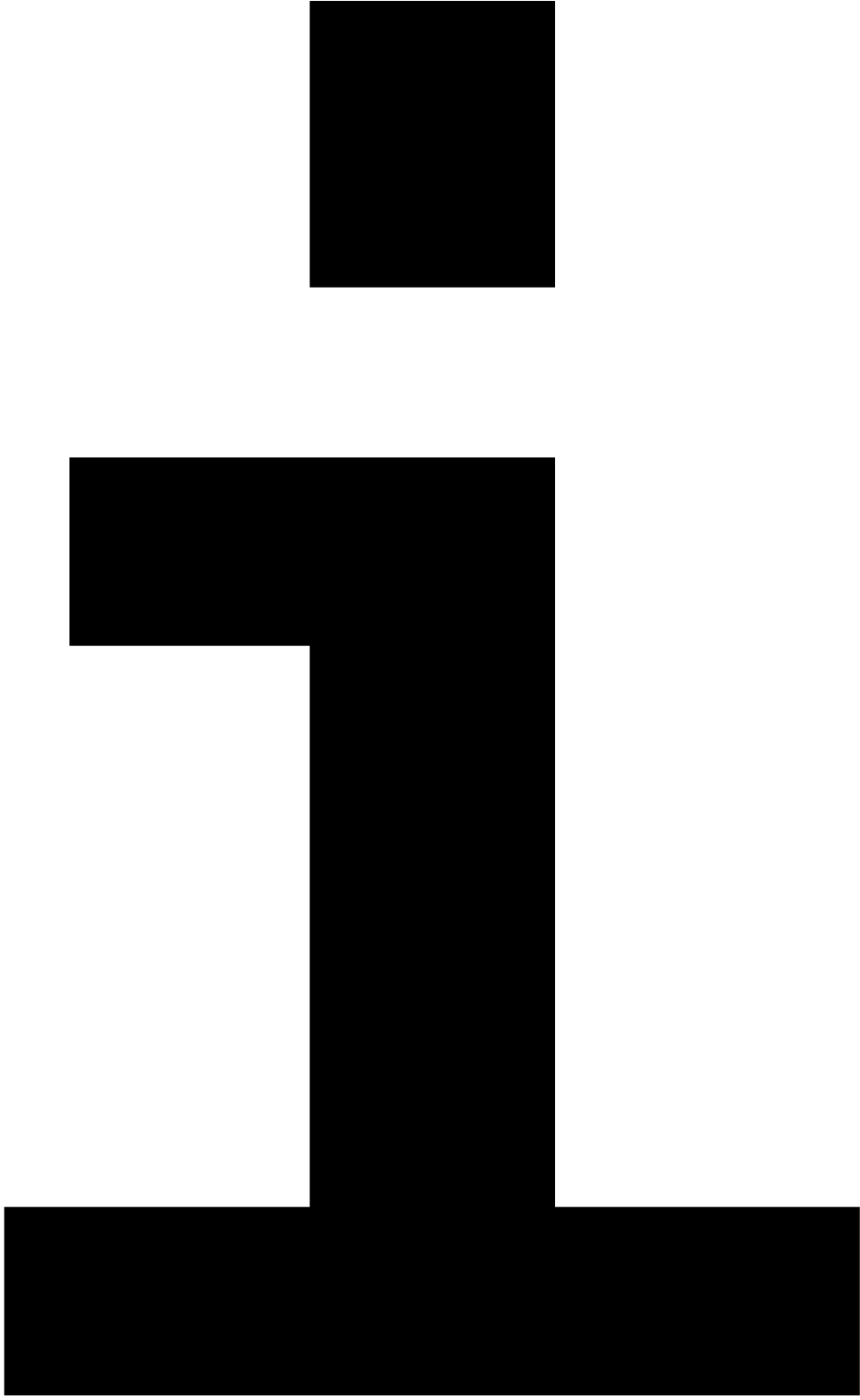
Q

e

n

S

e



n

e





e



S



u

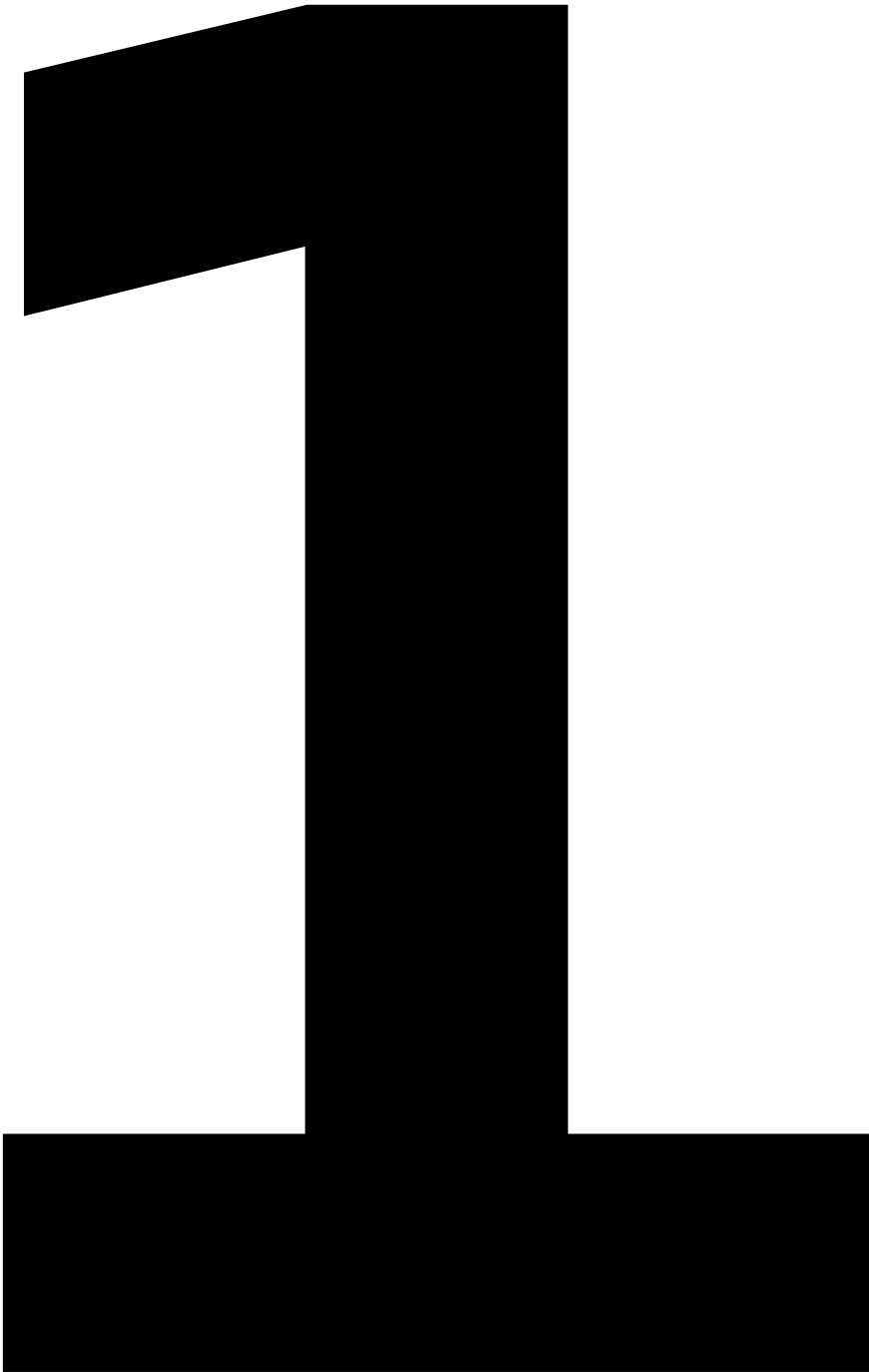
n

Q

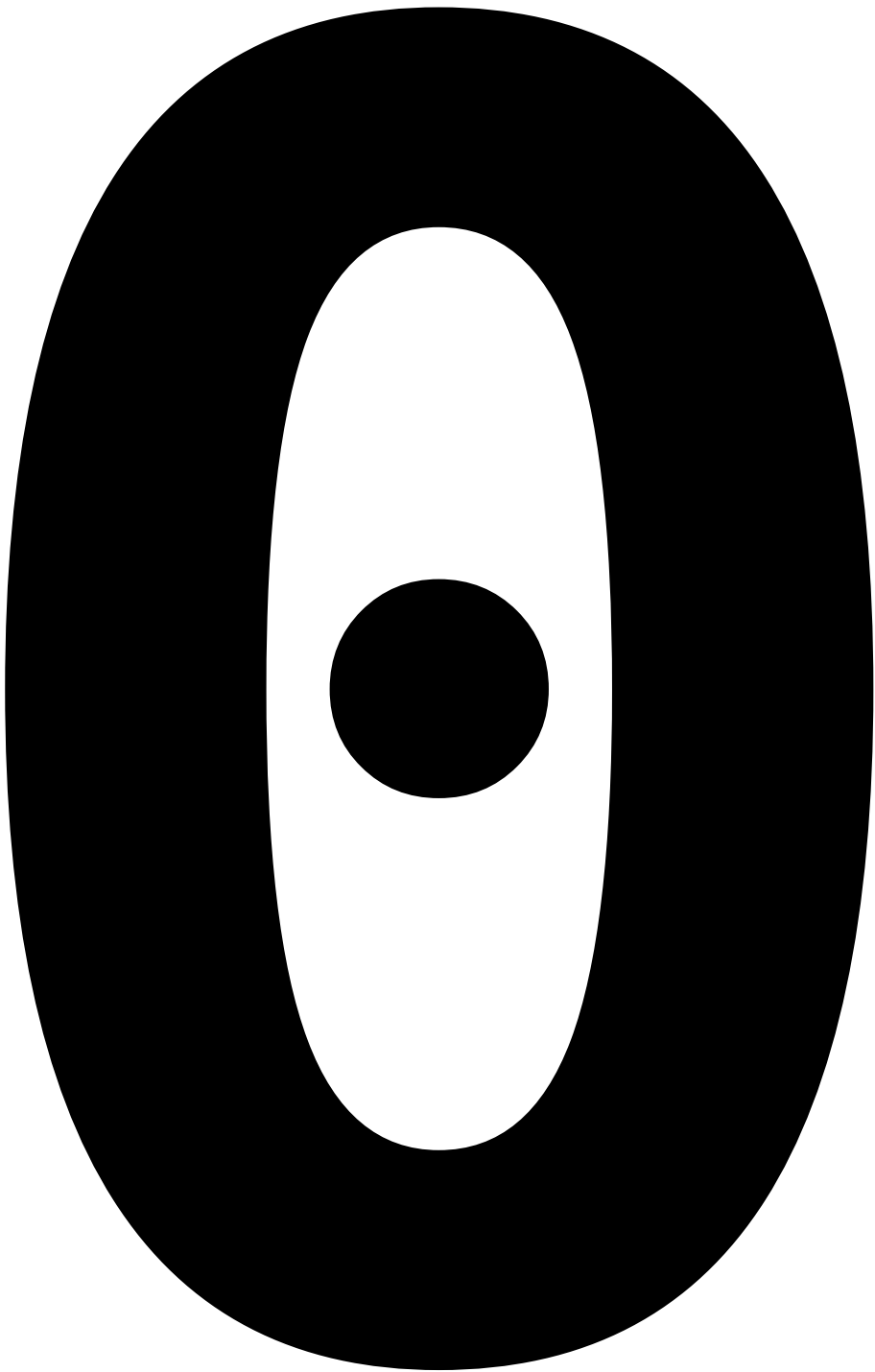
V

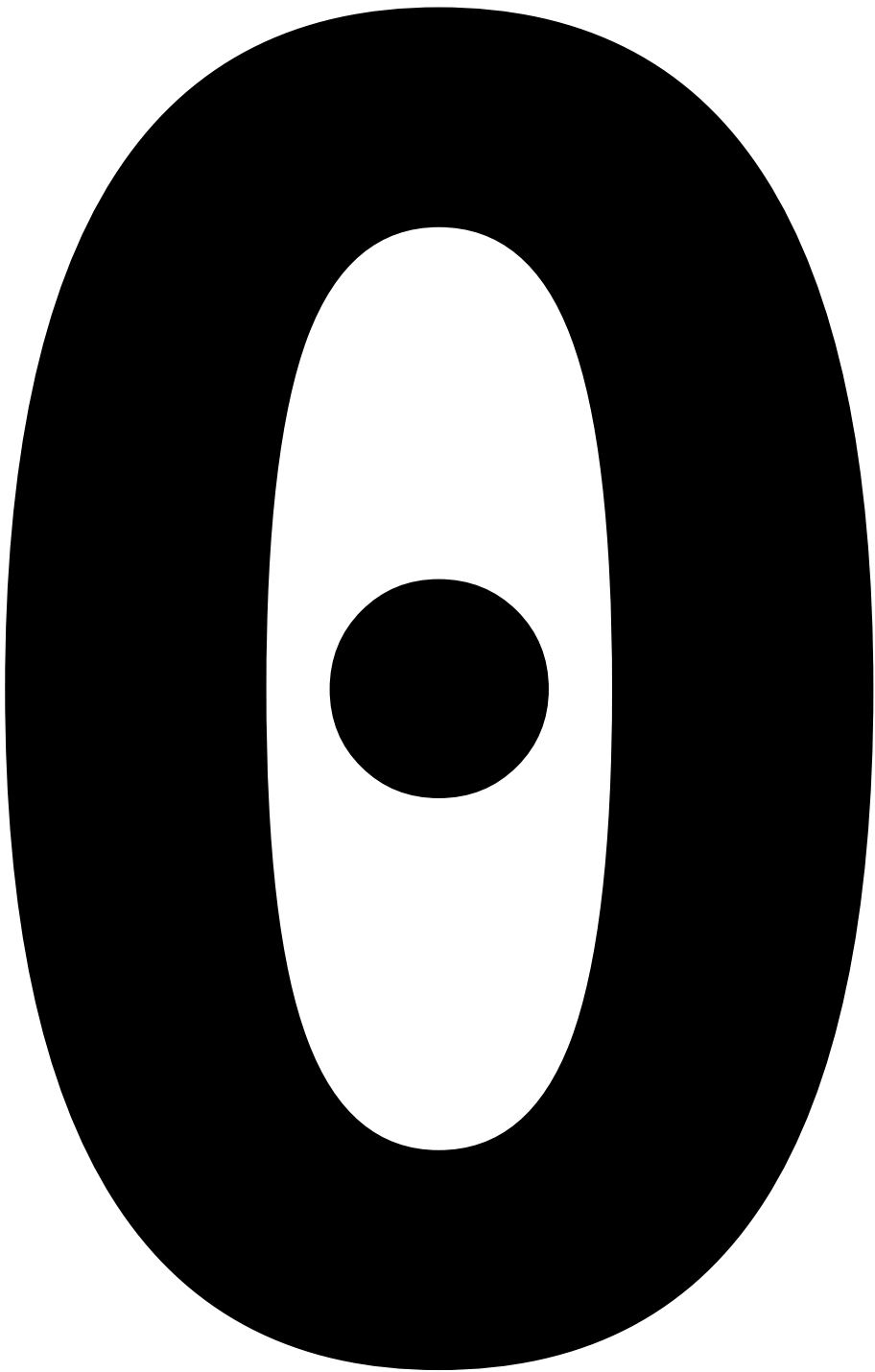


n



6





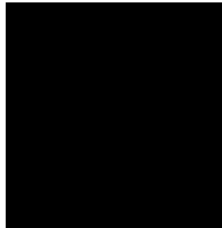
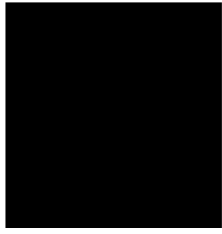
M

w

e

J

Q



u







e

Q



e

S

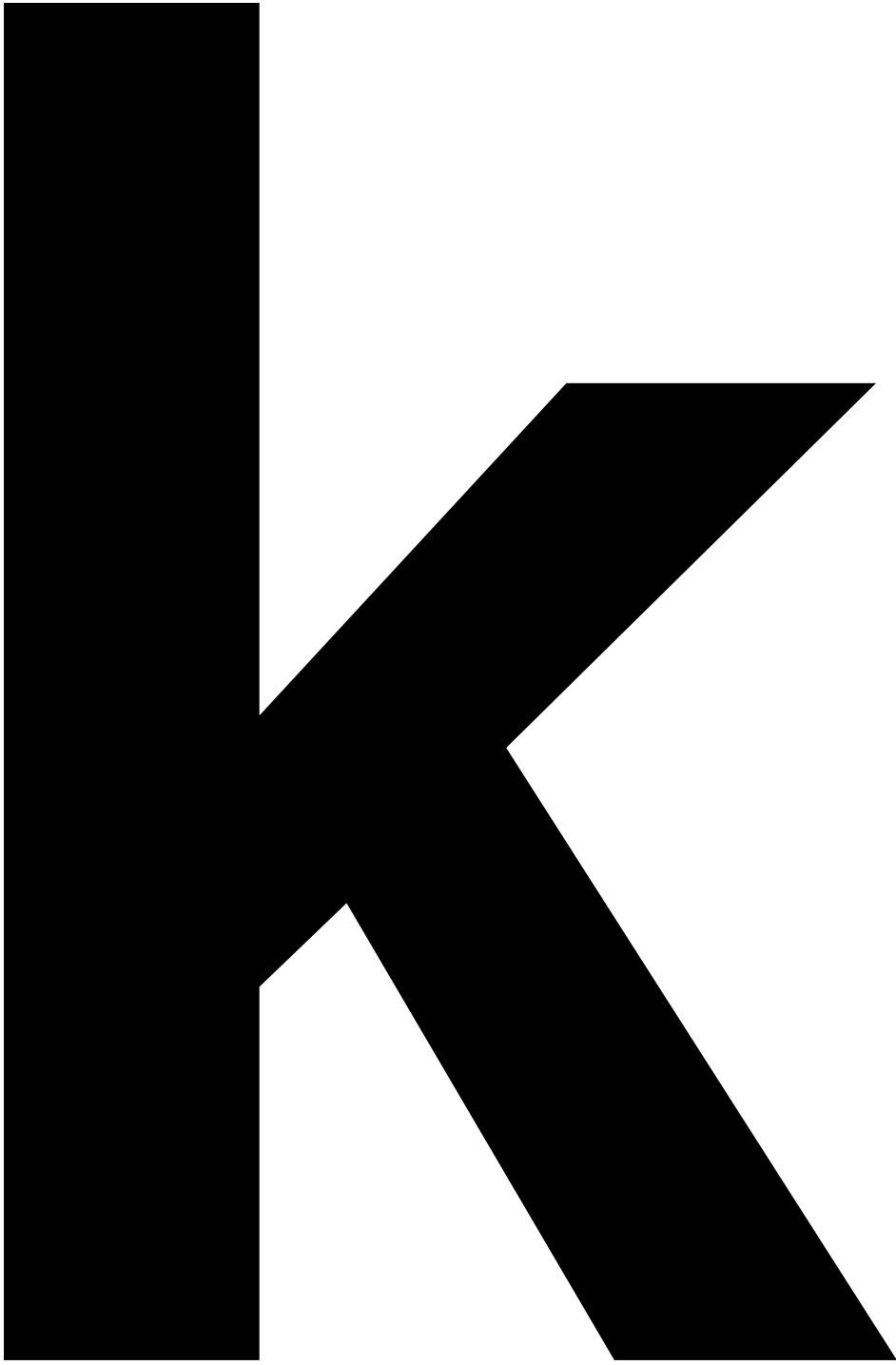
e



R

e

sa









e

h

e





n

Q

e



G



u

n

Q

J

sa

S



e



n

Q

e

S

e







w

e



Q

e

n



G

J

e



C

h

w



h

J



S



e



n





5

Q

J



C

h

e





sa

S







J

Q

e

10

e







e

10

V





Q

e

S

e

h

e

n

u

n

Q

Q

e

n

e

h

m



Q





S

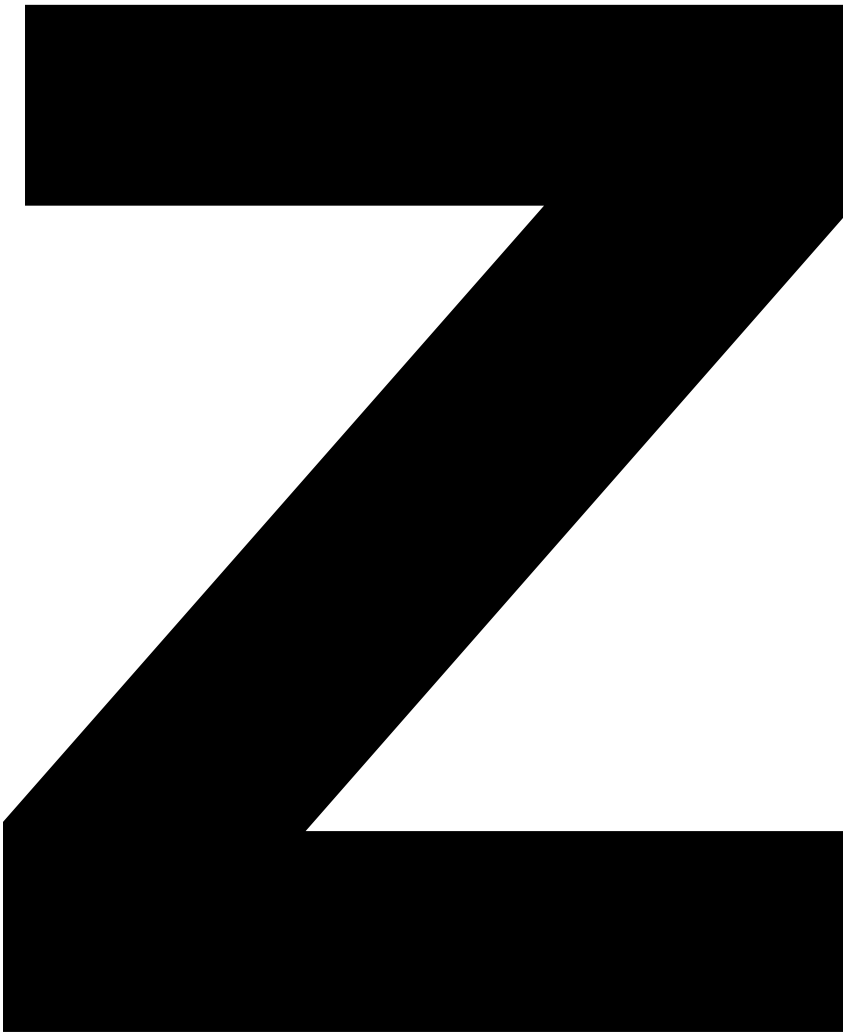


S



n

Q





B



Q



e

S



e

u

e



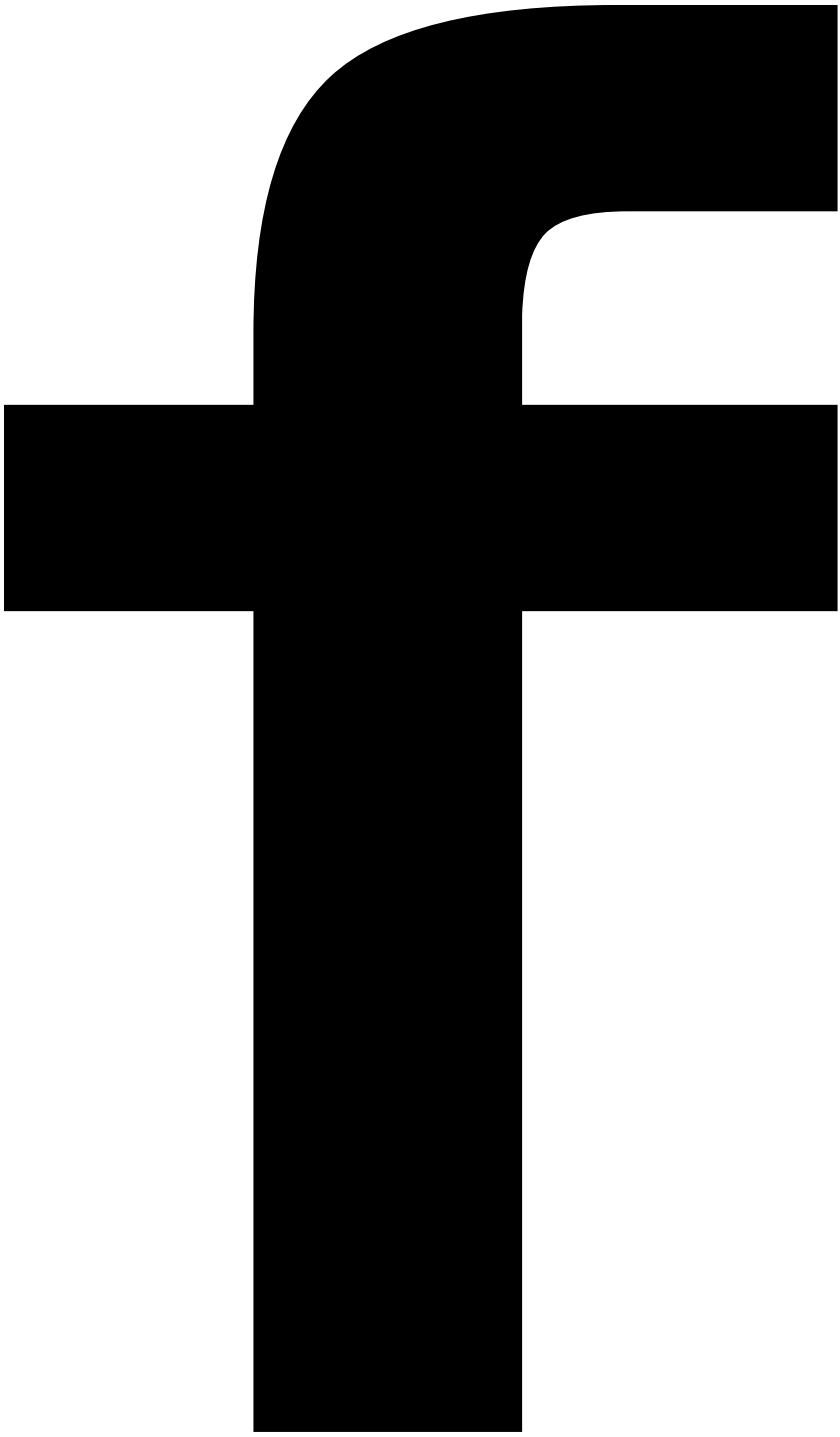
S

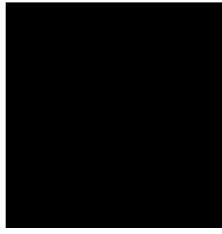
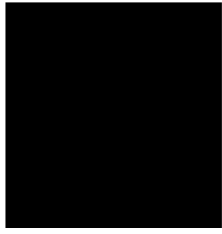




10

e





u



e



n

e

B

e







e

10

S

Q

sa

u

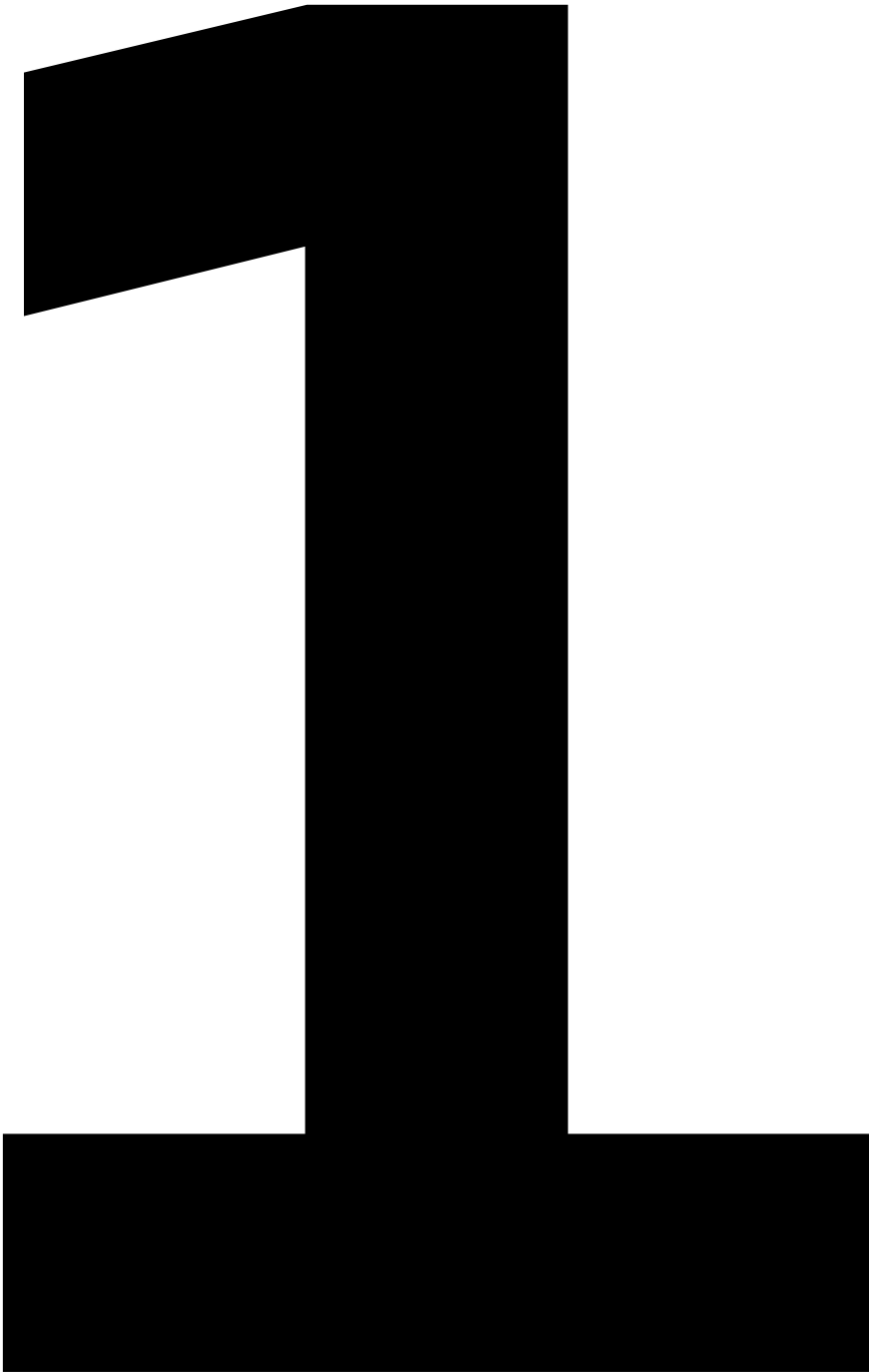
e

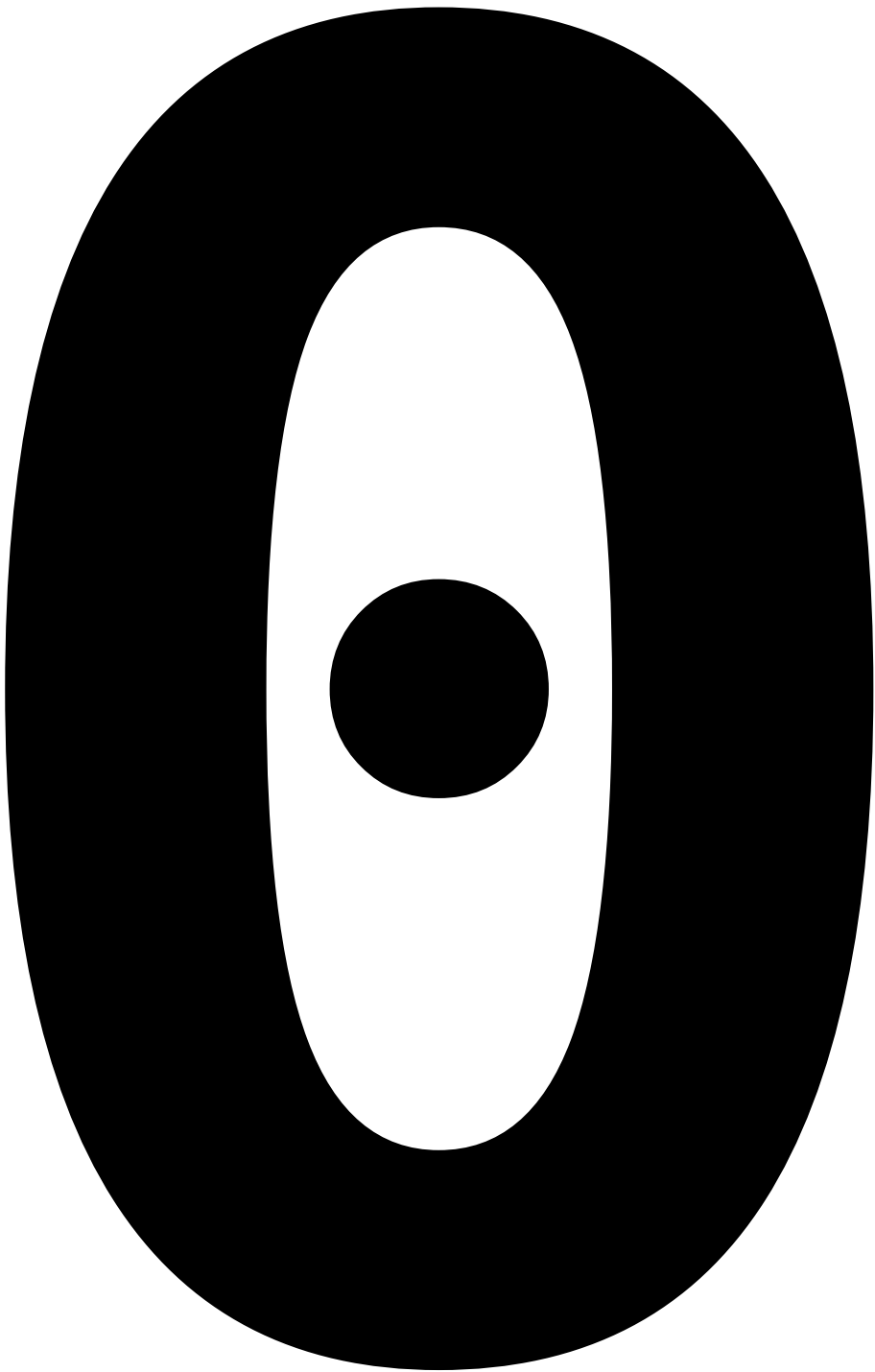


V



n





J

sa

h



e

n

10

e







5

Q

J



C

h

e

m



sa

S



w

e

C

h

S

e

J



u

Q

e

J

sa

S

S

e

n





Q

e

sa

J

e



w

e



S

e





5

h





m

sa

n

m





Q



e

S

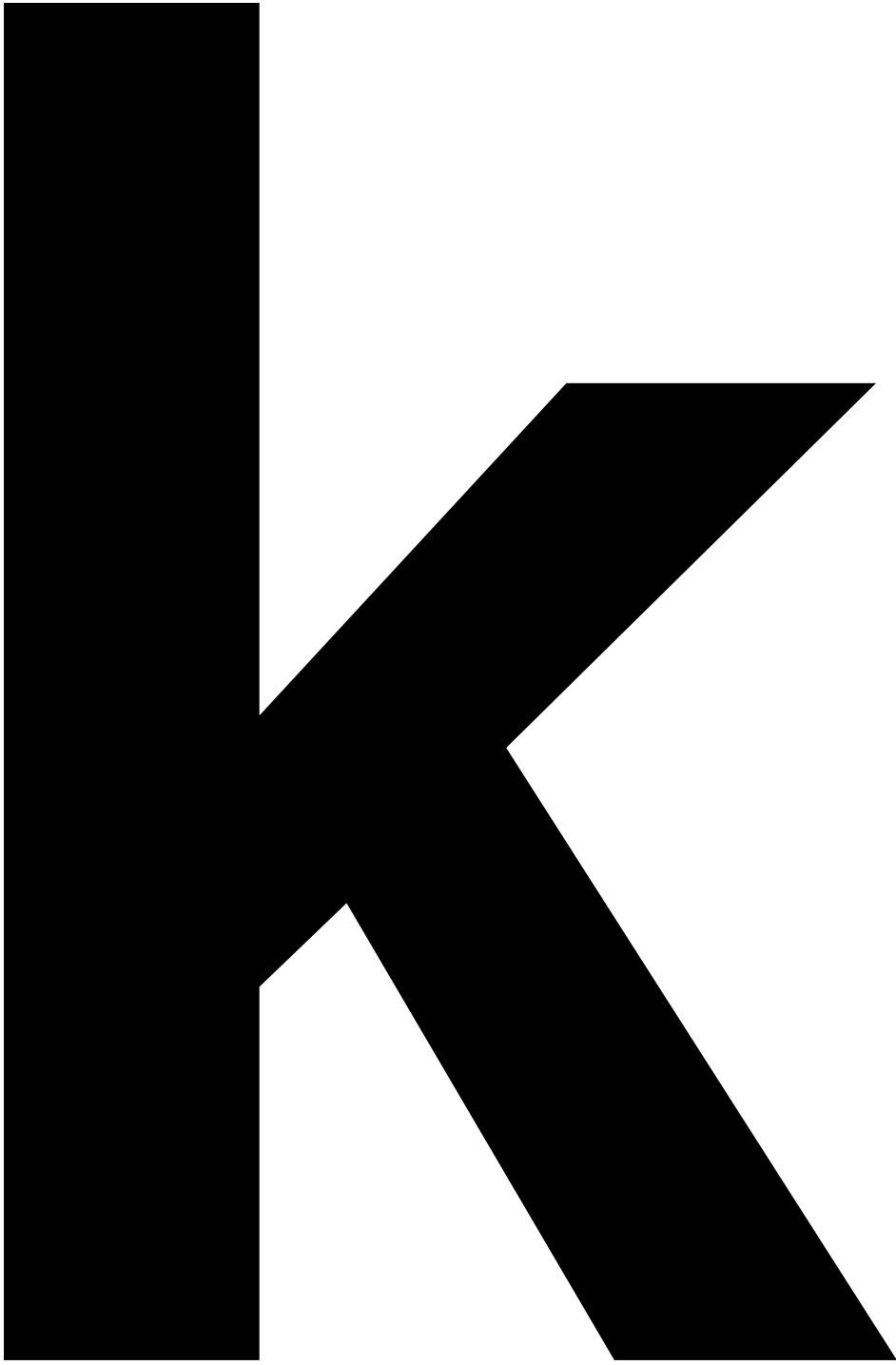
e

m

R

e

sa









sa

10

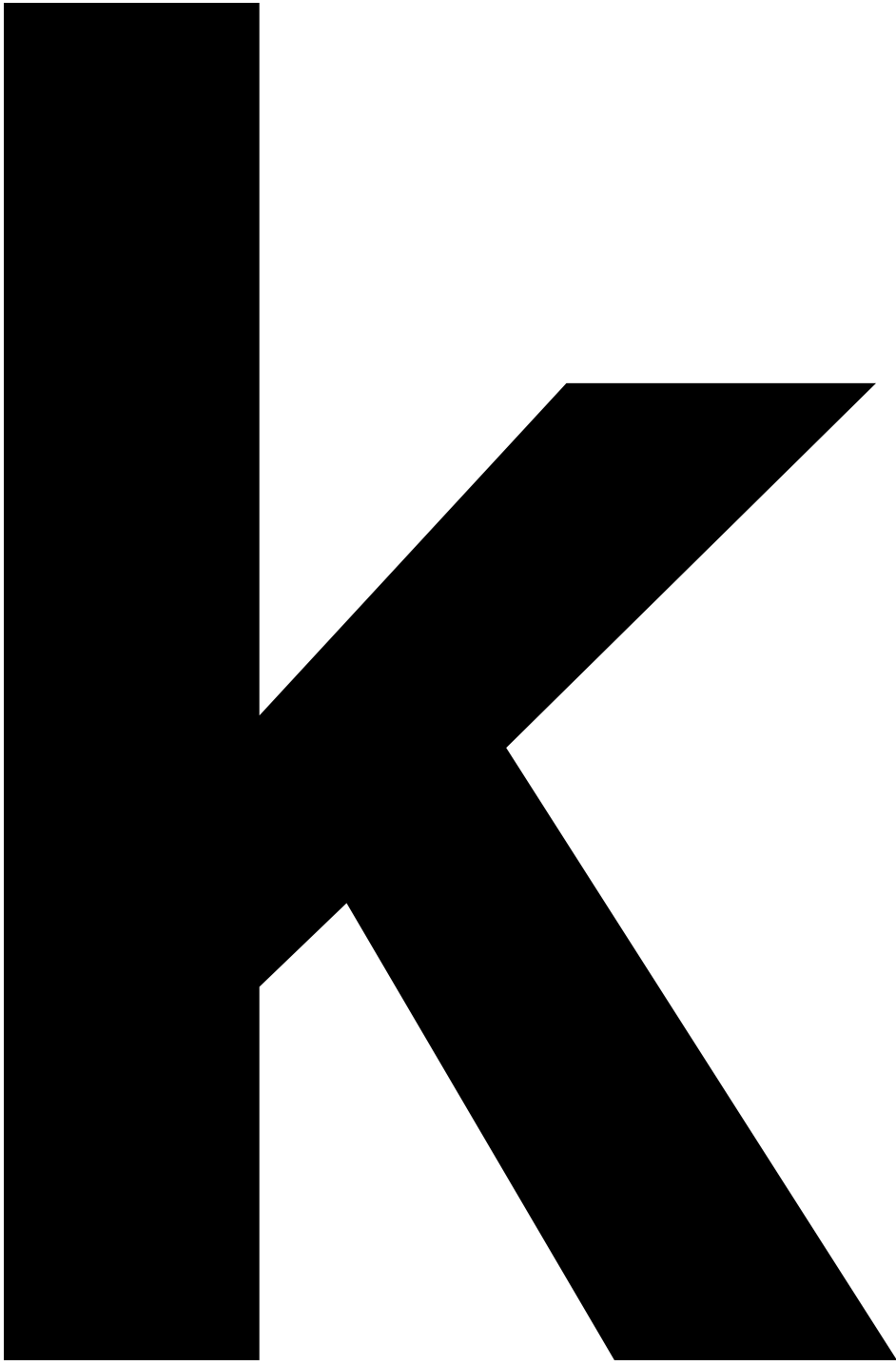
e



m









n

S



sa

n



V



J

J

e



e



S



u

n

Q



w

e

Q

e

n

S

e



n

e



S



sa

10



J







5



u

n

Q

S

e



n

e



o

sa

S

S



V

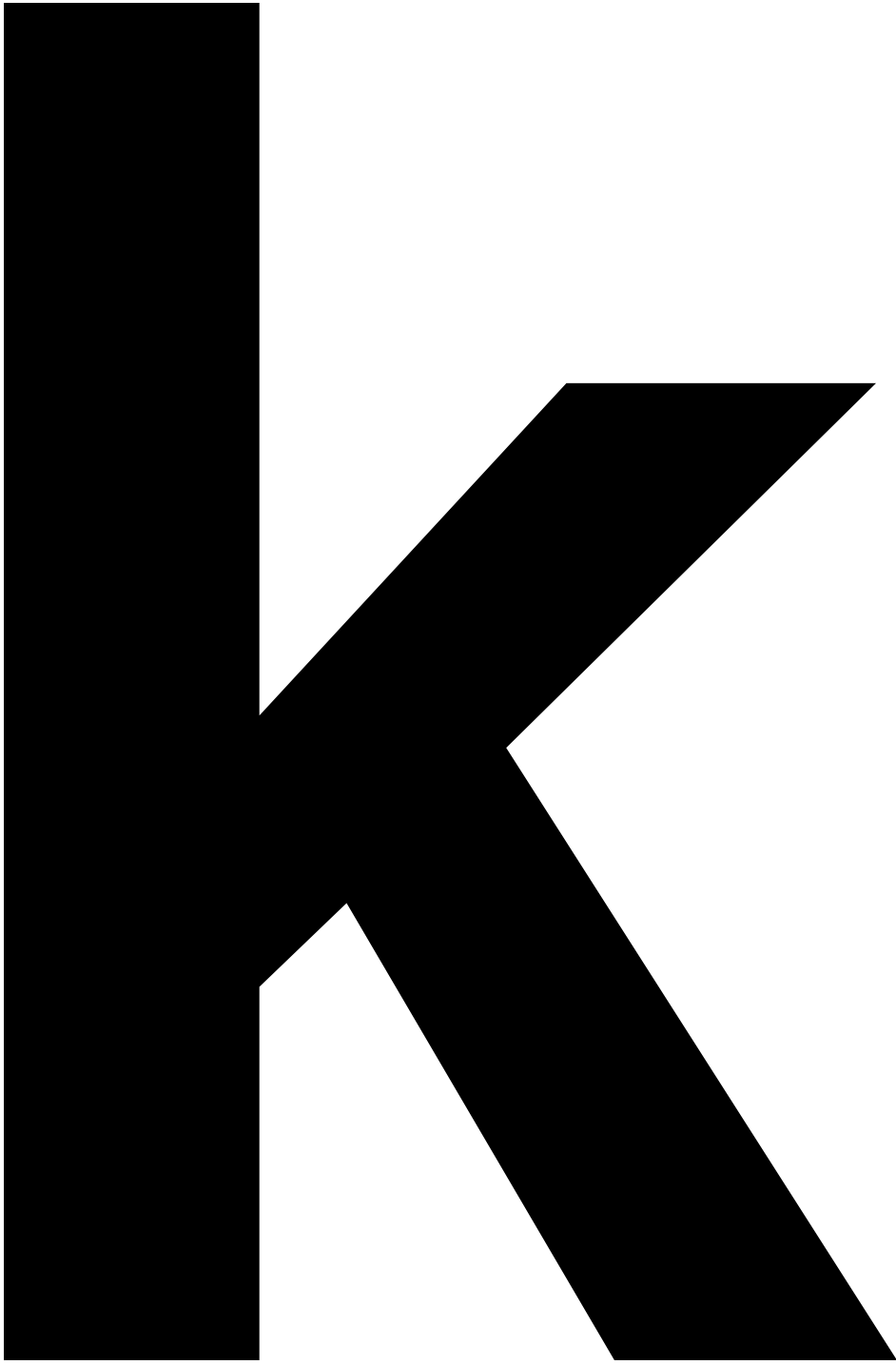
e

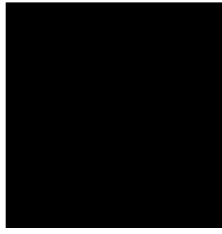
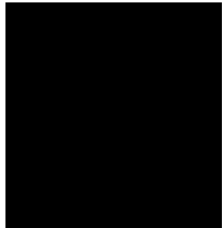
n

N









u

h

J

u

n

Q



S



e



S

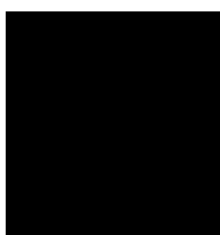
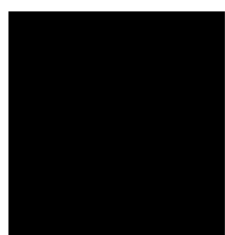


Q

sa







u



Q

e

n

B

e







e

10

Q

u



C

h

n

u



e



n

e

n

B

e

Q



e

n

e







n

S





u



e





u

n

Q



u

Q

e

J

sa

S

S

e

n





