



IEC 60086-4

Edition 6.0 2025-01
COMMENTED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD



**Primary batteries –
Part 4: Safety of lithium batteries**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 29.220.10

ISBN 978-2-8327-0178-2

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	8
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	9
4 Requirements for safety	12
4.1 Design	12
4.2 Quality plan	13
5 Type testing and sampling	13
5.1 Validity of testing	13
5.2 Test samples	13
6 Testing and requirements	14
6.1 General	14
6.1.1 Test application matrix	14
6.1.2 Cautionary notice	15
6.1.3 Ambient temperature	15
6.1.4 Parameter measurement tolerances	15
6.1.5 Predischarge	16
6.1.6 Additional cells	16
6.2 Evaluation of test criteria	16
6.2.1 Short-circuit	16
6.2.2 Excessive temperature rise	16
6.2.3 Leakage	16
6.2.4 Venting	16
6.2.5 Fire	17
6.2.6 Rupture	17
6.2.7 Explosion	17
6.3 Tests and requirements – Overview	17
6.4 Tests for intended use	18
6.4.1 Test A: Altitude	18
6.4.2 Test B: Thermal cycling	18
6.4.3 Test C: Vibration	19
6.4.4 Test D: Shock	19
6.5 Tests for reasonably foreseeable misuse	20
6.5.1 General	20
6.5.2 Test E: External short-circuit	20
6.5.3 Test F: Impact	20
6.5.4 Test G: Crush	21
6.5.5 Test H: Forced discharge	22
6.5.6 Test I: Abnormal charging	23
6.5.7 Test J: Free fall	23
6.5.8 Test K: Thermal abuse	24
6.5.9 Test L: Incorrect installation	24
6.5.10 Test M: Overdischarge	25
6.6 Information to be given in the relevant specification	27
6.7 Evaluation and report	28

7	Information for safety	28
7.1	Safety precautions during design of equipment.....	28
7.1.1	General.....	28
7.1.2	Charge protection.....	28
7.1.3	Parallel connection.....	29
7.2	Precautions during handling of batteries.....	29
7.3	Additional information for safety of coin cells	32
7.4	Packaging	32
7.5	Handling of battery cartons	32
7.6	Transport	32
7.6.1	General.....	32
7.6.2	Air transport.....	32
7.6.3	Sea transport	32
7.6.4	Land transport.....	33
7.7	Display and storage.....	33
7.8	Disposal.....	33
8	Instructions for use	34
9	Marking and packaging	34
9.1	General.....	34
9.2	Marking of batteries too small to accommodate all markings	34
9.3	Additional requirements for swallowable coin cells and batteries	34
9.4	Safety pictograms.....	36
Annex A	(informative) Guidelines for the achievement of safety of lithium batteries	37
Annex B	(informative) Guidelines for designers of equipment using lithium batteries	39
Annex C	(informative) Additional information on display and storage.....	42
Annex D	(informative) Safety pictograms	43
D.1	General.....	43
D.2	Pictograms	43
D.3	Instruction for use.....	44
Annex E	(normative) Child resistant packaging of coin cells.....	46
E.1	General.....	46
E.2	Applicability.....	46
E.3	Packaging tests	46
E.3.1	General.....	46
E.3.2	Test items	47
E.3.3	Test procedure	49
E.3.4	Criteria.....	49
Annex F	(informative normative) Use of the KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN safety sign	51
F.1	General.....	51
F.2	Safety sign	51
F.3	Best practices for Marking on the packaging.....	51
F.4	Best practices for Marking on the cell.....	51
Annex G	(normative) Measures against misuse of batteries not intended for consumer replacement.....	52
G.1	Background.....	52
G.2	Additional measures for the prevention of confusion of primary batteries not intended for consumer replacement with secondary batteries	52

G.2.1	Identification of primary (non-rechargeable) batteries not intended for consumer replacement	52
G.2.2	Marking and information requirements for primary batteries not intended for consumer replacement	53
G.2.3	Information responsibility of manufacturers and distributors	53
	Bibliography.....	54
	List of comments.....	56
	Figure 1 – Thermal cycling procedure	18
	Figure 2 – Example of a test set-up for the impact test	21
	Figure 3 – Examples of a test set-up for the crush test	22
	Figure 4 – Axes for free fall	24
	Figure 5 – Circuit diagram for incorrect installation.....	25
	Figure 6 – Circuit diagram for overdischarge	27
	Figure 7 – Examples of wiring for charge protection	29
	Figure 8 – Ingestion gauge	30
	Figure 9 – Example for warning against swallowing, particularly coin cell batteries.....	30
	Figure A.1 – Battery design guidelines.....	38
	Figure E.1 – Bending test	47
	Figure E.2 – Torsion test	48
	Figure E.3 – Tearing test.....	48
	Figure E.4 – Pushing test	48
	Figure E.5 – Maximum packaging opening.....	50
	Figure F.1 – Recommended Safety signs for use on coin cells.....	51
	Table 1 – Number of test samples.....	14
	Table 2 – Test application matrix	15
	Table 3 – Mass loss limits	16
	Table 4 – Tests and requirements.....	17
	Table 5 – Vibration profile (sinusoidal).....	19
	Table 6 – Shock parameters	20
	Table 7 – Resistive load for overdischarge.....	26
	Table 8 – Parameters to be specified.....	27
	Table 9 – Marking and packaging requirements.....	
	Table 9 – Marking requirements.....	35
	Table 10 – Additional marking and packaging requirements for swallowable coin cells and batteries.....	36
	Table A.1 – Battery design guidelines.....	
	Table B.1 – Equipment design guidelines.....	39
	Table D.1 – Safety pictograms.....	43
	Table E.1 – Test procedure	49

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PRIMARY BATTERIES –**Part 4: Safety of lithium batteries****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This commented version (CMV) of the official standard IEC 60086-4:2025 edition 6.0 allows the user to identify the changes made to the previous IEC 60086-4:2019 edition 5.0. Furthermore, comments from IEC TC 35 experts are provided to explain the reasons of the most relevant changes, or to clarify any part of the content.

A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. Experts' comments are identified by a blue-background number. Mouse over a number to display a pop-up note with the comment.

This publication contains the CMV and the official standard. The full list of comments is available at the end of the CMV.

IEC 60086-4 has been prepared by technical committee 35: Primary cells and batteries. It is an International Standard.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2019. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) Added definitions for leakage and venting, in addition to the test criteria;
- b) Revised overdischarge test;
- c) Revised marking requirements;
- d) Revised criteria for the child resistant packaging test;
- e) Changed the purpose of Annex F from "informative" to "normative";
- f) Added a new Annex G with additional measures against misuse of batteries not intended for consumer replacement;
- g) Integrated the contents of Interpretation Sheet 1 (IEC 60086-4:2019/ISH1:2020);
- h) In Clause 3, terms were reordered according their functions: basic terms, electrochemical systems, battery shapes, battery sizes, electrical characteristics, specifications, safety aspects, failure modes;
- i) In 6.4.4, the exemption for the shock acceleration for lithium primary batteries was reduced from 12 kg to 4,482 kg in order to reflect the fact that this is the threshold in IEC 62281, Test T-4, where the peak acceleration decreases below 150 g_n .

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
35/1571/FDIS	35/1579/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

NOTE 1 The following print types are used:

- instructions/warnings for consumers: *in italic type*.

A list of all parts in the IEC 60086 series, under the general title *Primary batteries*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

NOTE 2 The attention of National Committees is drawn to the fact that equipment manufacturers and testing organizations may need a transitional period following publication of a new, amended or revised IEC document in which to make products in accordance with the new requirements and to equip themselves for conducting new or revised tests. It is the recommendation of the committee that the content of this document be adopted for implementation nationally not earlier than 2 years from the date of publication. The transitional period applies specifically to changes in Table 10. In the meantime, the previous edition can still be ordered by contacting your local IEC member National Committee or the IEC Secretariat.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The concept of safety is closely related to safeguarding the integrity of people and property. This document specifies tests and requirements for lithium batteries and has been prepared in accordance with ISO/IEC guidelines, taking into account all relevant national and international standards which apply.

Lithium batteries are different from conventional primary batteries using aqueous electrolyte in that they contain flammable materials.

Consequently, it is important to carefully consider safety during design, production, distribution, use, and disposal of lithium batteries. Based on such special characteristics, lithium batteries for consumer applications were initially small in size and had low power output. There were also lithium batteries with high power output which were used for special industrial and military applications and were characterized as being "technician replaceable". The first edition of this document was drafted to accommodate this situation.

However, from around the end of the 1980s, lithium batteries with high power output started to be widely used in the consumer replacement market, mainly as a power source in camera applications. Since the demand for such lithium batteries with high power output significantly increased, various manufacturers started to produce these types of lithium batteries. As a consequence of this situation, the safety aspects for lithium batteries with high power output were included in the second edition of this document.

Primary lithium batteries both for consumer and industrial applications are well-established safe and reliable products in the market, which is at least partly due to the existence of safety standards such as this document and, for transport, IEC 62281. The fourth edition of this document reflected minor changes which became necessary in order to keep it harmonized with IEC 62281 and to continuously improve the user information about safety related matters.

Guidelines addressing safety issues during the design of lithium batteries are provided in Annex A. Annex B provides guidelines addressing safety issues during the design of equipment where lithium batteries are installed. Both Annex A and Annex B reflect experience with lithium batteries used in camera applications and are based on [22]¹.

The ingestion hazard of coin cell batteries has become an issue and was addressed in the fifth and sixth editions of this document by several independent measures such as the development of a new safety sign "KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN" as well as the introduction of child resistant packaging.

A new Annex G addresses measures against misuse of cells and batteries not intended for consumer replacement.

Safety is freedom from unacceptable risk. There can be no absolute safety: some risk will remain. Therefore a product, process or service can only be relatively safe. Safety is achieved by reducing risk to a tolerable level determined by the search for an optimal balance between the ideal of absolute safety and the demands to be met by a product, process or service, and factors such as benefit to the user, suitability for purpose, cost effectiveness, and conventions of the society concerned.

As safety will pose different problems, it is impossible to provide a set of precise provisions and recommendations that will apply in every case. However, this document, when followed on a judicious "use when applicable" basis, will provide reasonably consistent standards for safety.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

PRIMARY BATTERIES –

Part 4: Safety of lithium batteries

1 Scope

This part of IEC 60086 specifies tests and requirements for primary lithium batteries to ensure their safe operation under intended use and reasonably foreseeable misuse.

NOTE Primary lithium batteries that are standardized in IEC 60086-2 are expected to meet all applicable requirements herein. It is understood that consideration of this part of IEC 60086 might also be given to measuring and/or ensuring the safety of non-standardized primary lithium batteries. In either case, no claim or warranty is made that compliance or non-compliance with this part of IEC 60086 will fulfil or not fulfil any of the user's particular purposes or needs.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60086-1:2021, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60086-2, *Primary batteries – Part 2: Physical and electrical specifications*

IEC 62281, *Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport*

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Primary batteries –
Part 4: Safety of lithium batteries**

**Piles électriques –
Partie 4: Sécurité des piles au lithium**

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Requirements for safety.....	11
4.1 Design	11
4.2 Quality plan	12
5 Type testing and sampling.....	12
5.1 Validity of testing	12
5.2 Test samples	12
6 Testing and requirements	13
6.1 General.....	13
6.1.1 Test application matrix.....	13
6.1.2 Cautionary notice.....	14
6.1.3 Ambient temperature	14
6.1.4 Parameter measurement tolerances	14
6.1.5 Predischarge	15
6.1.6 Additional cells	15
6.2 Evaluation of test criteria	15
6.2.1 Short-circuit.....	15
6.2.2 Excessive temperature rise.....	15
6.2.3 Leakage	15
6.2.4 Venting	15
6.2.5 Fire.....	16
6.2.6 Rupture	16
6.2.7 Explosion.....	16
6.3 Tests and requirements – Overview	16
6.4 Tests for intended use	17
6.4.1 Test A: Altitude.....	17
6.4.2 Test B: Thermal cycling	17
6.4.3 Test C: Vibration.....	18
6.4.4 Test D: Shock.....	18
6.5 Tests for reasonably foreseeable misuse	19
6.5.1 General	19
6.5.2 Test E: External short-circuit.....	19
6.5.3 Test F: Impact	19
6.5.4 Test G: Crush	20
6.5.5 Test H: Forced discharge.....	21
6.5.6 Test I: Abnormal charging.....	22
6.5.7 Test J: Free fall	22
6.5.8 Test K: Thermal abuse.....	23
6.5.9 Test L: Incorrect installation.....	23
6.5.10 Test M: Overdischarge.....	24
6.6 Information to be given in the relevant specification	25
6.7 Evaluation and report.....	25

7	Information for safety.....	26
7.1	Safety precautions during design of equipment.....	26
7.1.1	General.....	26
7.1.2	Charge protection.....	26
7.1.3	Parallel connection.....	26
7.2	Precautions during handling of batteries.....	27
7.3	Additional information for safety of coin cells.....	29
7.4	Packaging.....	29
7.5	Handling of battery cartons.....	29
7.6	Transport.....	29
7.6.1	General.....	29
7.6.2	Air transport.....	30
7.6.3	Sea transport.....	30
7.6.4	Land transport.....	30
7.7	Display and storage.....	30
7.8	Disposal.....	30
8	Instructions for use.....	31
9	Marking and packaging.....	31
9.1	General.....	31
9.2	Marking of batteries too small to accommodate all markings.....	32
9.3	Additional requirements for swallowable coin cells and batteries.....	32
9.4	Safety pictograms.....	33
Annex A (informative)	Guidelines for the achievement of safety of lithium batteries.....	34
Annex B (informative)	Guidelines for designers of equipment using lithium batteries.....	35
Annex C (informative)	Additional information on display and storage.....	38
Annex D (informative)	Safety pictograms.....	39
D.1	General.....	39
D.2	Pictograms.....	39
D.3	Instruction for use.....	40
Annex E (normative)	Child resistant packaging of coin cells.....	41
E.1	General.....	41
E.2	Applicability.....	41
E.3	Packaging tests.....	41
E.3.1	General.....	41
E.3.2	Test items.....	42
E.3.3	Test procedure.....	43
E.3.4	Criteria.....	43
Annex F (normative)	Use of the KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN safety sign.....	44
F.1	General.....	44
F.2	Safety sign.....	44
F.3	Marking on the packaging.....	44
F.4	Marking on the cell.....	44
Annex G (normative)	Measures against misuse of batteries not intended for consumer replacement.....	45
G.1	Background.....	45
G.2	Additional measures for the prevention of confusion of primary batteries not intended for consumer replacement with secondary batteries.....	45

G.2.1	Identification of primary (non-rechargeable) batteries not intended for consumer replacement	45
G.2.2	Marking and information requirements for primary batteries not intended for consumer replacement	46
G.2.3	Information responsibility of manufacturers and distributors	46
Bibliography.....		47
Figure 1	– Thermal cycling procedure	17
Figure 2	– Example of a test set-up for the impact test.....	20
Figure 3	– Examples of a test set-up for the crush test.....	21
Figure 4	– Axes for free fall.....	23
Figure 5	– Circuit diagram for incorrect installation	24
Figure 6	– Circuit diagram for overdischarge.....	25
Figure 7	– Examples of wiring for charge protection.....	26
Figure 8	– Ingestion gauge	27
Figure 9	– Example for warning against swallowing, particularly coin cell batteries	27
Figure A.1	– Battery design guidelines	34
Figure E.1	– Bending test	42
Figure E.2	– Torsion test.....	42
Figure E.3	– Tearing test	42
Figure E.4	– Pushing test.....	43
Figure E.5	– Maximum packaging opening.....	43
Figure F.1	– Safety signs for use on coin cells	44
Table 1	– Number of test samples.....	13
Table 2	– Test application matrix	14
Table 3	– Mass loss limits.....	15
Table 4	– Tests and requirements	16
Table 5	– Vibration profile (sinusoidal).....	18
Table 6	– Shock parameters	19
Table 7	– Resistive load for overdischarge.....	24
Table 8	– Parameters to be specified	25
Table 9	– Marking requirements.....	32
Table 10	– Additional marking and packaging requirements for swallowable coin cells and batteries.....	33
Table B.1	– Equipment design guidelines.....	35
Table D.1	– Safety pictograms	39
Table E.1	– Test procedure.....	43

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PRIMARY BATTERIES –**Part 4: Safety of lithium batteries****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60086-4 has been prepared by technical committee 35: Primary cells and batteries. It is an International Standard.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2019. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) Added definitions for leakage and venting, in addition to the test criteria;
- b) Revised overdischarge test;
- c) Revised marking requirements;
- d) Revised criteria for the child resistant packaging test;
- e) Changed the purpose of Annex F from "informative" to "normative";

- f) Added a new Annex G with additional measures against misuse of batteries not intended for consumer replacement;
- g) Integrated the contents of Interpretation Sheet 1 (IEC 60086-4:2019/ISH1:2020);
- h) In Clause 3, terms were reordered according their functions: basic terms, electrochemical systems, battery shapes, battery sizes, electrical characteristics, specifications, safety aspects, failure modes;
- i) In 6.4.4, the exemption for the shock acceleration for lithium primary batteries was reduced from 12 kg to 4,482 kg in order to reflect the fact that this is the threshold in IEC 62281, Test T-4, where the peak acceleration decreases below 150 g_n .

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
35/1571/FDIS	35/1579/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

NOTE 1 The following print types are used:

- instructions/warnings for consumers: *in italic type*.

A list of all parts in the IEC 60086 series, under the general title *Primary batteries*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

NOTE 2 The attention of National Committees is drawn to the fact that equipment manufacturers and testing organizations may need a transitional period following publication of a new, amended or revised IEC document in which to make products in accordance with the new requirements and to equip themselves for conducting new or revised tests. It is the recommendation of the committee that the content of this document be adopted for implementation nationally not earlier than 2 years from the date of publication. The transitional period applies specifically to changes in Table 10. In the meantime, the previous edition can still be ordered by contacting your local IEC member National Committee or the IEC Secretariat.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The concept of safety is closely related to safeguarding the integrity of people and property. This document specifies tests and requirements for lithium batteries and has been prepared in accordance with ISO/IEC guidelines, taking into account all relevant national and international standards which apply.

Lithium batteries are different from conventional primary batteries using aqueous electrolyte in that they contain flammable materials.

Consequently, it is important to carefully consider safety during design, production, distribution, use, and disposal of lithium batteries. Based on such special characteristics, lithium batteries for consumer applications were initially small in size and had low power output. There were also lithium batteries with high power output which were used for special industrial and military applications and were characterized as being "technician replaceable". The first edition of this document was drafted to accommodate this situation.

However, from around the end of the 1980s, lithium batteries with high power output started to be widely used in the consumer replacement market, mainly as a power source in camera applications. Since the demand for such lithium batteries with high power output significantly increased, various manufacturers started to produce these types of lithium batteries. As a consequence of this situation, the safety aspects for lithium batteries with high power output were included in the second edition of this document.

Primary lithium batteries both for consumer and industrial applications are well-established safe and reliable products in the market, which is at least partly due to the existence of safety standards such as this document and, for transport, IEC 62281. The fourth edition of this document reflected minor changes which became necessary in order to keep it harmonized with IEC 62281 and to continuously improve the user information about safety related matters.

Guidelines addressing safety issues during the design of lithium batteries are provided in Annex A. Annex B provides guidelines addressing safety issues during the design of equipment where lithium batteries are installed. Both Annex A and Annex B reflect experience with lithium batteries used in camera applications and are based on [22]¹.

The ingestion hazard of coin cell batteries has become an issue and was addressed in the fifth and sixth editions of this document by several independent measures such as the development of a new safety sign "KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN" as well as the introduction of child resistant packaging.

A new Annex G addresses measures against misuse of cells and batteries not intended for consumer replacement.

Safety is freedom from unacceptable risk. There can be no absolute safety: some risk will remain. Therefore a product, process or service can only be relatively safe. Safety is achieved by reducing risk to a tolerable level determined by the search for an optimal balance between the ideal of absolute safety and the demands to be met by a product, process or service, and factors such as benefit to the user, suitability for purpose, cost effectiveness, and conventions of the society concerned.

As safety will pose different problems, it is impossible to provide a set of precise provisions and recommendations that will apply in every case. However, this document, when followed on a judicious "use when applicable" basis, will provide reasonably consistent standards for safety.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

PRIMARY BATTERIES –

Part 4: Safety of lithium batteries

1 Scope

This part of IEC 60086 specifies tests and requirements for primary lithium batteries to ensure their safe operation under intended use and reasonably foreseeable misuse.

NOTE Primary lithium batteries that are standardized in IEC 60086-2 are expected to meet all applicable requirements herein. It is understood that consideration of this part of IEC 60086 might also be given to measuring and/or ensuring the safety of non-standardized primary lithium batteries. In either case, no claim or warranty is made that compliance or non-compliance with this part of IEC 60086 will fulfil or not fulfil any of the user's particular purposes or needs.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60086-1:2021, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60086-2, *Primary batteries – Part 2: Physical and electrical specifications*

IEC 62281, *Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	54
INTRODUCTION.....	57
1 Domaine d'application	59
2 Références normatives	59
3 Termes et définitions	59
4 Exigences relatives à la sécurité.....	63
4.1 Conception	63
4.2 Plan qualité.....	63
5 Essais de type et échantillonnage.....	63
5.1 Validité des essais	63
5.2 Échantillons d'essai	63
6 Essais et exigences	64
6.1 Généralités	64
6.1.1 Matrice d'application d'essai.....	64
6.1.2 Mise en garde.....	65
6.1.3 Température ambiante.....	65
6.1.4 Tolérances de mesure des paramètres	65
6.1.5 Prédécharge.....	66
6.1.6 Éléments supplémentaires.....	66
6.2 Évaluation des critères d'essai.....	66
6.2.1 Court-circuit.....	66
6.2.2 Échauffement excessif.....	66
6.2.3 Fuite	66
6.2.4 Dégazage	67
6.2.5 Feu.....	67
6.2.6 Rupture	67
6.2.7 Explosion.....	67
6.3 Essais et exigences – Vue d'ensemble	67
6.4 Essais relatifs à l'utilisation prévue	68
6.4.1 Essai A: Altitude	68
6.4.2 Essai B: Cycles thermiques	68
6.4.3 Essai C: Vibrations	69
6.4.4 Essai D: Chocs	70
6.5 Essais relatifs à de mauvais usages raisonnablement prévisibles	71
6.5.1 Généralités	71
6.5.2 Essai E: Court-circuit extérieur	71
6.5.3 Essai F: Impact.....	71
6.5.4 Essai G: Écrasement	72
6.5.5 Essai H: Décharge forcée	73
6.5.6 Essai I: Charge anormale	73
6.5.7 Essai J: Chute libre	74
6.5.8 Essai K: Température élevée.....	75
6.5.9 Essai L: Installation incorrecte.....	75
6.5.10 Essai M: Décharge excessive	75
6.6 Renseignements à fournir dans la spécification applicable.....	77
6.7 Évaluation et rapport.....	77

7	Informations relatives à la sécurité	78
7.1	Précautions de sécurité pendant la conception du matériel	78
7.1.1	Généralités	78
7.1.2	Protection de charge	78
7.1.3	Connexion en parallèle	78
7.2	Précautions au cours de la manipulation des piles	78
7.3	Informations supplémentaires relatives à la sécurité des éléments boutons lithium	81
7.4	Emballage	81
7.5	Manipulation des boîtes de piles	81
7.6	Transport	82
7.6.1	Généralités	82
7.6.2	Transport aérien	82
7.6.3	Transport maritime	82
7.6.4	Transport terrestre	82
7.7	Présentation et stockage	82
7.8	Mise au rebut	83
8	Instructions d'utilisation	83
9	Marquage et emballage	84
9.1	Généralités	84
9.2	Marquage des piles trop petites pour y faire figurer toutes les informations attendues	84
9.3	Exigences supplémentaires pour les éléments et piles boutons lithium pouvant être avalés	84
9.4	Pictogrammes relatifs à la sécurité	85
Annexe A	(informative) Lignes directrices pour assurer la sécurité des piles au lithium	86
Annexe B	(informative) Lignes directrices pour les concepteurs de matériel utilisant des piles au lithium	87
Annexe C	(informative) Informations supplémentaires pour la présentation et le stockage	90
Annexe D	(informative) Pictogrammes relatifs à la sécurité	91
D.1	Généralités	91
D.2	Pictogrammes	91
D.3	Instructions d'utilisation	93
Annexe E	(normative) Emballage à l'épreuve des enfants pour les éléments boutons lithium	94
E.1	Généralités	94
E.2	Applicabilité	94
E.3	Essais sur l'emballage	94
E.3.1	Généralités	94
E.3.2	Essais à réaliser	95
E.3.3	Procédure d'essai	96
E.3.4	Critères	96
Annexe F	(normative) Utilisation du signal de sécurité TENIR HORS DE PORTÉE DES ENFANTS	98
F.1	Généralités	98
F.2	Signal de sécurité	98
F.3	Marquage sur l'emballage	98
F.4	Marquage sur l'élément	98

Annexe G (normative) Mesures contre les mauvais usages de piles non destinées à être remplacées par le consommateur	100
G.1 Contexte général	100
G.2 Mesures supplémentaires pour prévenir le risque de confusion entre d'une part les piles électriques non destinées à être remplacées par le consommateur, et d'autre part les batteries	100
G.2.1 Identification des piles électriques (non rechargeables) non destinées à être remplacées par le consommateur	100
G.2.2 Exigences relatives au marquage et à la communication d'informations, pour les piles électriques non destinées à être remplacées par le consommateur	101
G.2.3 Responsabilité des fabricants et des distributeurs concernant la communication d'informations.....	101
Bibliographie.....	102
Figure 1 – Procédure pour les cycles thermiques	69
Figure 2 – Exemple de montage d'essai pour l'essai d'impact.....	72
Figure 3 – Exemples de montage d'essai pour l'essai d'écrasement	73
Figure 4 – Axes pour la chute libre.....	74
Figure 5 – Schéma de circuit pour une installation incorrecte.....	75
Figure 6 – Schéma de circuit pour une décharge excessive	76
Figure 7 – Exemples de câblage pour la protection de charge	78
Figure 8 – Gabarit d'ingestion.....	79
Figure 9 – Exemple d'avertissement contre l'ingestion, notamment de piles boutons	79
Figure A.1 – Lignes directrices pour la conception des piles	86
Figure E.1 – Essai de courbure.....	95
Figure E.2 – Essai de torsion	95
Figure E.3 – Essai de déchirement	96
Figure E.4 – Essai de poussée	96
Figure E.5 – Ouverture maximale dans un emballage	97
Figure F.1 – Signaux de sécurité recommandés destinés à des éléments boutons lithium.....	99
Tableau 1 – Nombre d'échantillons d'essai	64
Tableau 2 – Matrice d'application d'essai.....	65
Tableau 3 – Limites de perte de masse.....	66
Tableau 4 – Essais et exigences.....	68
Tableau 5 – Profil de vibrations (sinusoïdales).....	70
Tableau 6 – Paramètres de chocs.....	70
Tableau 7 – Charge résistive pour la décharge excessive.....	76
Tableau 8 – Paramètres à spécifier.....	77
Tableau 9 – Exigences relatives au marquage	85
Tableau 10 – Exigences supplémentaires relatives au marquage et à l'emballage des éléments et piles boutons lithium pouvant être avalés.....	85
Tableau B.1 – Lignes directrices pour la conception du matériel	87
Tableau D.1 – Pictogrammes de sécurité.....	91

Tableau E.1 – Procédure d’essai 96

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PILES ÉLECTRIQUES –

Partie 4: Sécurité des piles au lithium

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiquée à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevet.

L'IEC 60086-4 a été établie par le comité d'études 35 de l'IEC: Piles. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 2019. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) ajout de définitions pour les concepts de fuite et de dégazage, en complément des critères d'essai;
- b) révision de l'essai de décharge excessive;
- c) révision des exigences de marquage;
- d) révision des critères relatifs à l'essai des emballages à l'épreuve des enfants;
- e) modification de l'objet de l'Annexe F, passant de "informative" à "normative";
- f) ajout d'une Annexe G stipulant des mesures supplémentaires contre le mauvais usage des piles qui ne sont pas destinées à être remplacées par le consommateur;
- g) intégration du contenu de la Feuille d'Interprétation 1 (IEC 60086-4:2019/ISH1:2020);
- h) réordonnancement des termes énumérés à l'Article 3 selon leurs fonctions: termes de base, systèmes électrochimiques, formes de piles, tailles de piles, caractéristiques électriques, spécifications, considérations relatives à la sécurité, modes de défaillance;
- i) en 6.4.4, réduction de l'exemption d'accélération pour l'essai de chocs des piles au lithium, passant de 12 kg à 4,482 kg, afin de refléter le fait qu'il s'agit du seuil défini pour l'essai T-4 de l'IEC 62281, dans lequel l'accélération maximale descend en dessous de 150 g_n .

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
35/1571/FDIS	35/1579/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

NOTE 1 Les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- instructions/avertissements pour les consommateurs: *en caractères italiques*.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60086, publiées sous le titre général *Piles électriques*, se trouve sur le site Web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

NOTE 2 L'attention des Comités nationaux est attirée sur le fait que les fabricants d'appareils et les organismes d'essai peuvent avoir besoin d'une période transitoire après la publication d'un nouveau document IEC, ou d'un document amendé ou révisé, pour fabriquer des produits conformes aux nouvelles exigences et pour adapter leurs équipements aux nouveaux essais ou aux essais révisés. Le comité recommande que le contenu de ce document soit adopté pour application nationale au plus tôt 2 ans après la date de publication. La période transitoire s'applique spécifiquement aux modifications apportées au Tableau 10. Entre-temps, il reste possible de commander l'édition précédente en contactant votre Comité national local membre de l'IEC, ou bien le Secrétariat de l'IEC.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La notion de sécurité est étroitement liée à la sauvegarde de l'intégrité des personnes et des biens. Le présent document spécifie les essais et les exigences pour les piles au lithium, et a été établi conformément aux lignes directrices ISO/IEC, en prenant en compte toutes les normes nationales et internationales qui s'appliquent.

Les piles au lithium sont différentes des piles électriques conventionnelles utilisant un électrolyte aqueux, dans la mesure où elles contiennent des matériaux inflammables.

Par conséquent, il est important de bien prendre en compte la sécurité aux étapes que sont la conception, la production, la distribution, l'utilisation et la mise au rebut des piles au lithium. Compte tenu de leurs caractéristiques spécifiques, les piles au lithium pour les applications grand public étaient à l'origine de petite taille et de faible puissance. Il existait également des piles au lithium de forte puissance qui étaient utilisées pour des applications industrielles et militaires particulières, dont l'une des particularités était d'être "remplaçables par un technicien". La première édition du présent document avait été rédigée pour prendre en compte cette situation.

Cependant, depuis la fin des années 1980 environ, des piles au lithium de forte puissance ont commencé à être largement utilisées sur le marché des piles remplaçables par le consommateur, principalement en tant que source d'énergie dans les appareils de prise de vue. La demande pour de telles piles au lithium de forte puissance ayant augmenté de manière significative, différents fabricants ont commencé à en produire. Par conséquent, les considérations relatives à la sécurité des piles au lithium de forte puissance ont été incluses dans la seconde édition du présent document.

Les piles au lithium, tant pour les applications grand public que pour les applications industrielles, sont des produits du marché dont la sûreté et la fiabilité sont bien établies, cela étant dû, au moins en partie, à l'existence de normes de sécurité telles que le présent document, ainsi que l'IEC 62281 pour le secteur du transport. La quatrième édition du présent document ne reflétait que les modifications mineures qui étaient devenues nécessaires pour qu'elle reste harmonisée avec l'IEC 62281, et pour continuer à améliorer les informations destinées à l'utilisateur en ce qui concerne la sécurité.

Des lignes directrices relatives aux questions de sécurité inhérentes à la conception des piles au lithium sont données à l'Annexe A. L'Annexe B donne des lignes directrices relatives aux questions de sécurité inhérentes à la conception des matériels dans lesquels sont installées des piles au lithium. L'Annexe A ainsi que l'Annexe B reflètent l'expérience acquise avec les piles au lithium utilisées dans les applications pour les appareils de prise de vue et sont fondées sur le document de référence [22]¹.

Le danger d'ingestion des piles boutons est devenu un problème et a été traité dans les cinquièmes et sixièmes éditions du présent document par plusieurs mesures indépendantes, telles que le développement d'une nouvelle signalétique de sécurité "TENIR À L'ÉCART DES ENFANTS", ainsi que l'introduction d'emballages à l'épreuve des enfants.

Une nouvelle Annexe G stipule des mesures contre le mauvais usage des éléments et piles qui ne sont pas destinés à être remplacés par le consommateur.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

La sécurité est l'absence de risques inacceptables. La sécurité absolue ne peut pas exister: il subsiste toujours un risque. De ce fait, la sécurité d'un produit, d'un procédé ou d'un service ne peut être que relative. La sécurité est obtenue en réduisant le risque à un niveau tolérable, déterminé par la recherche d'un équilibre optimal entre l'idéal de sécurité absolue et les exigences auxquelles doit répondre un produit, un procédé ou un service, et des facteurs tels que le bénéfice pour l'utilisateur, l'adéquation à l'usage prévu, la rentabilité et les conventions de la société concernée.

Dans la mesure où la sécurité pose toutes sortes de problèmes, il est impossible d'établir une liste de dispositions et de recommandations précises qui s'appliquent dans tous les cas. Cependant, s'il est suivi de manière judicieuse en fonction de son applicabilité, le présent document constitue une référence raisonnable et cohérente en ce qui concerne la sécurité.

PILES ÉLECTRIQUES –

Partie 4: Sécurité des piles au lithium

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60086 spécifie les essais et les exigences pour les piles électriques au lithium afin d'assurer leur fonctionnement en toute sécurité dans les conditions d'utilisation prévue et en cas de mauvais usage raisonnablement prévisible.

NOTE Les piles électriques au lithium qui sont normalisées dans l'IEC 60086-2 sont prévues pour satisfaire à toutes les exigences applicables ci-dessous. Il est entendu que la présente partie de l'IEC 60086 est également susceptible d'être prise en compte pour mesurer les piles électriques au lithium non normalisées et/ou s'assurer de leur sécurité. Dans les deux cas, il n'existe aucune déclaration ou garantie que la conformité ou la non-conformité à la présente partie de l'IEC 60086 répondra ou ne répondra pas aux objectifs ou aux besoins particuliers de l'utilisateur.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60086-1:2021, *Piles électriques – Partie 1: Généralités*

IEC 60086-2, *Piles électriques – Partie 2: Spécifications physiques et électriques*

IEC 62281, *Sécurité des piles et des accumulateurs au lithium pendant le transport*