IEC 60086-4

Edition 6.0 2025-01
COMMENTED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

colour inside

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission

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*

IEC 60086-4

Edition 6.0 2025-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Primary batteries –
Part 4: Safety of lithium batteries

Piles électriques –
Partie 4: Sécurité des piles au lithium



IEC 60086-4:2025-01 (en-fr)

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*