

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport

Sécurité des piles et des accumulateurs au lithium pendant le transport

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.10

ISBN 978-2-8322-3773-1

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD	4
INTRODUCTION	6
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Requirements for safety	10
4.1 General considerations	10
4.2 Quality plan	11
4.3 Packaging	11
5 Type testing, sampling and re-testing	11
5.1 Type testing	11
5.2 Overcharge protection	12
5.3 Battery assemblies	12
5.3.1 General	12
5.3.2 Small battery assemblies	12
5.3.3 Large battery assemblies	12
5.4 Sampling	12
5.5 Re-testing	13
6 Test methods and requirements	13
6.1 General	13
6.1.1 Cautionary notice	13
6.1.2 Ambient temperature	14
6.1.3 Parameter measurement tolerances	14
6.1.4 Pre-discharge and pre-cycling	14
6.2 Evaluation of test criteria	14
6.2.1 Shifting	14
6.2.2 Distortion	14
6.2.3 Short-circuit	14
6.2.4 Excessive temperature rise	14
6.2.5 Leakage	14
6.2.6 Venting	15
6.2.7 Fire	15
6.2.8 Rupture	15
6.2.9 Explosion	15
6.3 Tests and requirements – Overview	15
6.4 Transport tests	16
6.4.1 Test T-1: Altitude	16
6.4.2 Test T-2: Thermal cycling	16
6.4.3 Test T-3: Vibration	17
6.4.4 Test T-4: Shock	17
6.4.5 Test T-5: External short-circuit	18
6.4.6 Test T-6: Impact/crush	19
6.5 Misuse tests	21
6.5.1 Test T-7: Overcharge	21
6.5.2 Test T-8: Forced discharge	21
6.6 Packaging test – Test P-1: Drop test	21

6.7	Information to be given in the relevant specification	22
6.8	Test report	22
6.9	Transport certificate	23
7	Information for safety	23
7.1	Packaging	23
7.2	Handling of battery cartons	23
7.3	Transport	23
7.3.1	General	23
7.3.2	Air transport	23
7.3.3	Sea transport	23
7.3.4	Land transport	23
7.3.5	Classification	23
7.4	Display and storage	24
8	Instructions for packaging and handling during transport – Quarantine	24
9	Marking	24
9.1	Marking of primary and secondary (rechargeable) cells and batteries	24
9.2	Marking of the packaging and shipping documents	24
Annex A (informative)	Shock test – adjustment of acceleration for large batteries	25
A.1	General	25
A.2	Shock energy depends on mass, acceleration, and pulse duration	25
A.3	The constant acceleration approach	26
A.4	The constant energy approach	26
Bibliography		28
Figure 1	– Example of a test set-up for the impact test	20
Figure A.1	– Half sine shock for batteries (constant peak acceleration)	26
Figure A.2	– Half sine shock for batteries (constant energy)	27
Table 1	– Number of primary test cells and batteries for type testing	12
Table 2	– Number of secondary test cells and batteries for type testing	13
Table 3	– Number of packages with primary or secondary test cells and batteries	13
Table 4	– Mass loss limits	15
Table 5	– Transport and packaging tests and requirements	16
Table 6	– Vibration profile (sinusoidal)	17
Table 7	– Shock parameters	18

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY OF PRIMARY AND SECONDARY LITHIUM CELLS
AND BATTERIES DURING TRANSPORT**

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) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62281 has been prepared jointly by IEC technical committee 35: Primary cells and batteries and subcommittee 21A: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes, of IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 2012, and constitutes a technical revision.

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

- a) Deletion of the wire mesh screen from the evaluation of test criteria for an explosion;
- b) Extension / modification of the shock test parameters so as to achieve constant energy behaviour for large batteries as well as explanations in a new Annex A;
- c) Modification of the external short-circuit method so as to allow the short-circuit to be applied to large batteries after they have been removed from the temperature chamber;

- d) Change of the cell diameter distinguishing between impact and crush test from 20 mm to 18 mm;
- e) Addition of possible content for a transport certificate.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
35/1370/FDIS	35/1371/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

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

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

Primary lithium cells and batteries were first introduced in military applications in the 1970s. At that time, little commercial interest and no industrial standards existed. Consequently, the United Nations (UN) Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods, although usually referring to industrial standards for testing and criteria, introduced a sub-section in the Manual of tests and criteria concerning safety tests relevant to transport of primary lithium cells and batteries. Meanwhile, commercial interest in primary and secondary (rechargeable) lithium cells and batteries has grown and several industrial standards exist. However, the existing IEC standards are manifold, not completely harmonized, and not necessarily relevant to transport. They are not suitable to be used as a source of reference in the UN Model Regulations. Therefore this group safety standard has been prepared to harmonize the tests and requirements relevant to transport.

This International Standard applies to primary and secondary (rechargeable) lithium cells and batteries containing lithium in any chemical form: lithium metal, lithium alloy or lithium-ion. Lithium-metal and lithium alloy primary electrochemical systems use metallic lithium and lithium alloy, respectively, as the negative electrode. Lithium-ion secondary electrochemical systems use intercalation compounds (intercalated lithium exists in an ionic or quasi-atomic form within the lattice of the electrode material) in the positive and in the negative electrodes.

This International Standard also applies to lithium polymer cells and batteries, which are considered either as primary lithium-metal cells and batteries or as secondary lithium-ion cells and batteries, depending on the nature of the material used in the negative electrode.

The history of transporting primary and secondary lithium cells and batteries is worth noting. Since the 1970s, over ten billion primary lithium cells and batteries have been transported, and since the early 1990s, over one billion secondary (rechargeable) lithium cells and batteries utilizing a lithium-ion system have been transported. As the number of primary and secondary lithium cells and batteries to be transported is increasing, it is appropriate to also include in this standard the safety testing of packaging used for the transportation of these products.

This International Standard specifically addresses the safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport and also the safety of the packaging used.

The UN Manual of Tests and Criteria [12]¹ distinguishes between lithium metal and lithium alloy cells and batteries on the one hand, and lithium ion and lithium polymer cells and batteries on the other hand. While it defines that lithium metal and lithium alloy cells and batteries can be either primary (non-rechargeable) or rechargeable, it always considers lithium ion cells and batteries as rechargeable. However, test methods in the UN Manual of Tests and Criteria are the same for both secondary lithium metal and lithium alloy cells and batteries and lithium ion and lithium polymer cells and batteries. The concept is only needed to distinguish between small and large battery assemblies. Battery assemblies assembled from (primary or secondary) lithium metal and lithium alloy batteries are distinguished by the aggregate lithium content of all anodes (measured in grams), while battery assemblies assembled from lithium ion or lithium polymer batteries are distinguished by their “nominal” energy (measured in Watt-hours).

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

SAFETY OF PRIMARY AND SECONDARY LITHIUM CELLS AND BATTERIES DURING TRANSPORT

1 Scope

This International Standard specifies test methods and requirements for primary and secondary (rechargeable) lithium cells and batteries to ensure their safety during transport other than for recycling or disposal. Requirements specified in this standard do not apply in those cases where special provisions given in the relevant regulations, listed in 7.3, provide exemptions.

NOTE Different standards may apply for lithium-ion traction battery systems used for electrically propelled road vehicles.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	32
INTRODUCTION.....	34
1 Domaine d'application	35
2 Références normatives	35
3 Termes et définitions	35
4 Exigences de sécurité.....	39
4.1 Considérations générales	39
4.2 Plan qualité.....	39
4.3 Emballage.....	39
5 Essais de type, échantillonnage et contre-essai.....	39
5.1 Essais de type	39
5.2 Protection contre la surcharge	40
5.3 Assemblages de batteries	40
5.3.1 Généralités	40
5.3.2 Assemblages de petites batteries	40
5.3.3 Assemblages de grandes batteries	40
5.4 Échantillonnage	40
5.5 Contre-essai	42
6 Méthodes d'essai et exigences	42
6.1 Généralités	42
6.1.1 Notice d'avertissement	42
6.1.2 Température ambiante.....	42
6.1.3 Tolérances de mesure des paramètres	42
6.1.4 Prédécharge et précycle	42
6.2 Évaluation des critères d'essai.....	43
6.2.1 Déplacement	43
6.2.2 Déformation.....	43
6.2.3 Court-circuit.....	43
6.2.4 Élévation excessive de la température.....	43
6.2.5 Fuite	43
6.2.6 Dégazage	43
6.2.7 Feu.....	44
6.2.8 Éclatement	44
6.2.9 Explosion.....	44
6.3 Essais et exigences – Récapitulatif.....	44
6.4 Essais de transport	44
6.4.1 Essai T-1: Altitude	44
6.4.2 Essai T-2: Cycle thermique	45
6.4.3 Essai T-3: Vibrations	45
6.4.4 Essai T-4: chocs	46
6.4.5 Essai T-5: Court-circuit externe	47
6.4.6 Essai T-6: Impact/écrasement	48
6.5 Essais d'utilisation abusive	49
6.5.1 Essai T-7: Surcharge	49
6.5.2 Essai T-8: Décharge forcée	50
6.6 Essai d'emballage – Essai P-1: Essai de chute	50

6.7	Informations à indiquer dans la spécification applicable	50
6.8	Rapport d'essai	51
6.9	Certificat de transport	51
7	Information pour la sécurité	51
7.1	Emballage	51
7.2	Manutention de cartons de batteries	52
7.3	Transport	52
7.3.1	Généralités	52
7.3.2	Transport aérien	52
7.3.3	Transport maritime	52
7.3.4	Transport terrestre	52
7.3.5	Classification	52
7.4	Exposition et stockage	53
8	Instructions pour l'emballage et la manutention pendant le transport – Quarantaine	53
9	Marquage	53
9.1	Marquage des éléments et des batteries de piles et d'accumulateurs	53
9.2	Marquage de l'emballage et des documents d'expédition	53
Annexe A (informative) Essai de chocs – ajustement de l'accélération pour les grandes batteries		54
A.1	Généralités	54
A.2	Influence de la masse, de l'accélération et de la durée d'impulsion sur l'énergie de choc	54
A.3	Approche par accélération constante	55
A.4	Approche par énergie constante	56
Bibliographie		57
Figure 1 – Exemple de montage d'essai pour l'essai d'impact		48
Figure A.1 – Choc semi-sinusoïdal pour les batteries (accélération maximale constante)		55
Figure A.2 – Choc semi-sinusoïdal pour les batteries (énergie constante)		56
Tableau 1 – Nombre d'éléments et de batteries de piles d'essai pour les essais de type		41
Tableau 2 – Nombre d'éléments et de batteries d'accumulateurs d'essai pour les essais de type		41
Tableau 3 – Nombre d'emballages avec éléments et batteries de piles ou d'accumulateurs		42
Tableau 4 – Limites de la perte de masse		43
Tableau 5 – Essais et exigences de transport et d'emballage		44
Tableau 6 – Profil de vibrations (sinusoïdales)		46
Tableau 7 – Paramètres de choc		47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES PILES ET DES ACCUMULATEURS AU LITHIUM PENDANT LE TRANSPORT

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62281 a été établie conjointement par le comité d'études 35 de l'IEC: Piles, et le sous-comité 21A: Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide, du comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2012. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) Suppression des treillis métalliques dans l'évaluation des critères d'essai pour une explosion;
- b) Extension / modification des paramètres de l'essai de chocs, de façon à obtenir un comportement constant d'énergie pour les grandes batteries, ainsi que des explications dans la nouvelle Annexe A;

- c) Modification de la méthode de court-circuit externe, de façon à pouvoir appliquer le court-circuit à de grandes batteries après leur retrait de la chambre thermique;
- d) Diminution du diamètre d'élément de 20 mm à 18 mm, en faisant la distinction entre l'essai d'impact et l'essai d'écrasement;
- e) Ajout de contenu possible de certificat de transport.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
35/1370/FDIS	35/1371/RVD

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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 "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

Les piles au lithium ont d'abord été introduites dans les applications militaires dans les années 1970. À cette époque, elles présentaient peu d'intérêt commercial et il n'existait aucune norme industrielle. En conséquence, le Comité d'Experts du Transport des Marchandises Dangereuses de l'Organisation des Nations Unies, bien que se référant habituellement aux normes industrielles pour les essais et les critères d'acceptation, a introduit un sous-paragraphe dans le Manuel d'épreuves et de critères, traitant des essais de sécurité relatifs aux transports des piles au lithium. Pendant ce temps, l'intérêt commercial des piles et des accumulateurs au lithium s'est développé et plusieurs normes industrielles ont vu le jour. Bien que les normes IEC existantes soient nombreuses, elles ne sont pas complètement harmonisées et ne traitent pas nécessairement du transport. Elles ne sont pas appropriées pour être utilisées comme source de référence dans le Règlement type des Nations Unies. En conséquence, la présente norme groupée de sécurité a été établie afin d'harmoniser les essais et les exigences concernant le transport.

La présente Norme internationale s'applique aux piles et aux accumulateurs contenant du lithium sous quelque forme que ce soit: lithium-métal, alliage de lithium ou ion-lithium. Les piles utilisent des systèmes électrochimiques à base de lithium-métal et d'alliage de lithium comme électrode négative. Les accumulateurs utilisent les systèmes électrochimiques ion-lithium mettant en œuvre des composés d'intercalation (le lithium intercalé existant sous forme ionique ou quasi atomique dans la trame du matériau de l'électrode) dans les électrodes positives et négatives.

La présente Norme internationale s'applique également aux éléments et aux batteries de piles et d'accumulateurs au lithium polymère, qui sont définis soit comme des piles au lithium-métal, soit comme des accumulateurs ion-lithium selon la nature du matériau utilisé dans l'électrode négative.

L'histoire du transport des éléments et des batteries de piles et d'accumulateurs au lithium mérite d'être notée. Depuis les années 1970, plus de 10 milliards de piles au lithium ont été transportées, et depuis le début des années 1990 plus de 1 milliard d'accumulateurs au lithium utilisant le système ion-lithium ont été transportés. Le nombre de piles et d'accumulateurs à transporter étant en augmentation, il est également souhaitable d'inclure, dans la présente norme, les essais de sécurité des emballages utilisés pour le transport de ces produits.

La présente Norme internationale concerne spécifiquement la sécurité des piles et des accumulateurs au lithium pendant le transport ainsi que la sécurité des emballages utilisés.

Le Manuel d'épreuves et de critères [12]¹ de l'Organisation des Nations Unies fait la distinction entre les éléments et les batteries au lithium-métal et à l'alliage de lithium d'une part, et les éléments et les batteries ion-lithium et au lithium polymère, d'autre part. Tout en définissant que les éléments et les batteries au lithium-métal et à l'alliage de lithium peuvent constituer des piles ou des accumulateurs, il définit toujours les éléments et les batteries ion-lithium comme des accumulateurs. Cependant, les méthodes d'essai spécifiées dans le Manuel d'épreuves et de critères de l'ONU sont identiques tant pour les éléments et les batteries d'accumulateurs au lithium-métal et à l'alliage de lithium que pour les éléments et les batteries d'accumulateurs ion-lithium et au lithium polymère. Ce concept n'est nécessaire que pour différencier les assemblages de petites batteries des assemblages de grandes batteries. Les assemblages de batteries constitués à partir de batteries (piles ou accumulateurs) au lithium-métal et à l'alliage de lithium sont différenciés par le contenu total de lithium de toutes les anodes (mesuré en grammes). Les assemblages de batteries constitués à partir de batteries ion-lithium ou au lithium polymère sont différenciés par leur énergie «nominale» (mesurée en wattheure).

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

SÉCURITÉ DES PILES ET DES ACCUMULATEURS AU LITHIUM PENDANT LE TRANSPORT

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les méthodes d'essai et les exigences pour les éléments et les batteries de piles et d'accumulateurs au lithium afin de s'assurer de leur sécurité pendant les opérations de transport autres que celles relatives à leur recyclage ou leur mise au rebut. Les exigences spécifiées dans la présente norme ne s'appliquent pas aux cas pour lesquels des dispositions spéciales prévues dans les réglementations applicables, énumérées en 7.3, accordent des exemptions.

NOTE Différentes normes peuvent s'appliquer aux systèmes de batteries de traction ion-lithium utilisés pour les véhicules routiers électriques.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.