



IEC 62660-1

Edition 1.0 2010-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles –
Part 1: Performance testing**

**Éléments d'accumulateurs lithium-ion pour la propulsion des véhicules routiers
électriques –
Partie 1: Essais de performance**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 29.220.20, 43.120

ISBN 978-2-88912-308-7

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions.....	7
4 Test conditions.....	8
4.1 General.....	8
4.2 Measuring instruments.....	8
4.2.1 Range of measuring devices	8
4.2.2 Voltage measurement.....	9
4.2.3 Current measurement.....	9
4.2.4 Temperature measurements.....	9
4.2.5 Other measurements	9
4.3 Tolerance.....	10
4.4 Test temperature.....	10
5 Dimension measurement	10
6 Mass measurement.....	11
7 Electrical measurement.....	11
7.1 General charge conditions	11
7.2 Capacity.....	12
7.3 SOC adjustment.....	12
7.4 Power	12
7.4.1 Test method	12
7.4.2 Calculation of power density.....	15
7.4.3 Calculation of regenerative power density.....	16
7.5 Energy.....	17
7.5.1 Test method	17
7.5.2 Calculation of energy density.....	17
7.6 Storage test.....	18
7.6.1 Charge retention test.....	18
7.6.2 Storage life test	19
7.7 Cycle life test.....	19
7.7.1 BEV cycle test	19
7.7.2 HEV cycle test	23
7.8 Energy efficiency test	27
7.8.1 Common tests.....	27
7.8.2 Test for cells of BEV application	29
7.8.3 Energy efficiency calculation for cells of HEV application	30
Annex A (informative) Selective test conditions.....	32
Annex B (informative) Cycle life test sequence	34
Bibliography.....	37
Figure 1 – Example of temperature measurement of cell.....	9
Figure 2 – Examples of maximum dimension of cell	11
Figure 3 – Test order of the current-voltage characteristic test.....	15

Figure 4 – Dynamic discharge profile A for BEV cycle test	21
Figure 5 – Dynamic discharge profile B for BEV cycle test	22
Figure 6 – Discharge-rich profile for HEV cycle test	25
Figure 7 – Charge-rich profile for HEV cycle test	26
Figure 8 – Typical SOC swing by combination of two profiles for HEV cycle test	27
Figure B.1 – Test sequence of BEV cycle test	35
Figure B.2 – Concept of BEV cycle test.....	36
Table 1 – Discharge conditions	12
Table 2 – Examples of charge and discharge current	13
Table 3 – Dynamic discharge profile A for BEV cycle test	21
Table 4 – Dynamic discharge profile B for BEV cycle test	22
Table 5 – Discharge-rich profile for HEV cycle test.....	25
Table 6 – Charge-rich profile for HEV cycle test.....	26
Table A.1 – Capacity test conditions.....	32
Table A.2 – Power test conditions	32
Table A.3 – Cycle life test conditions	32
Table A.4 – Conditions for energy efficiency test for BEV application.....	33
Table B.1 – Test sequence of HEV cycle test	36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SECONDARY LITHIUM-ION CELLS FOR THE PROPULSION
OF ELECTRIC ROAD VEHICLES –**
Part 1: Performance testing

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 62660-1 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

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

FDIS	Report on voting
21/728/FDIS	21/732/RVD

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

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

A list of all the parts in the IEC 62660 series, published under the general title *Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles*, can be found on the IEC website.

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

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

INTRODUCTION

The commercialisation of electric road vehicles including battery, hybrid and plug-in hybrid electric vehicles has been accelerated in the global market, responding to the global concerns on CO₂ reduction and energy security. This, in turn, has led to rapidly increasing demand for high-power and high-energy density traction batteries. Lithium-ion batteries are estimated to be one of the most promising secondary batteries for the propulsion of electric vehicles. In the light of rapidly diffusing hybrid electric vehicles and emerging battery and plug-in hybrid electric vehicles, a standard method for testing performance requirements of lithium-ion batteries is indispensable for securing a basic level of performance and obtaining essential data for the design of vehicle systems and battery packs.

This standard is to specify performance testing for automobile traction lithium-ion cells that basically differ from the other cells including those for portable and stationary applications specified by the other IEC standards. For automobile application, it is important to note the usage specificity; i.e. the designing diversity of automobile battery packs and systems, and specific requirements for cells and batteries corresponding to each of such designs. Based on these facts, the purpose of this standard is to provide a basic test methodology with general versatility, which serves a function in common primary testing of lithium ion cells to be used in a variety of battery systems.

This standard is associated with ISO 12405-1-and ISO 12405-2¹.

IEC 62660-2 specifies the reliability and abuse testing for lithium-ion cells for electric vehicle application.

¹ Under consideration.

SECONDARY LITHIUM-ION CELLS FOR THE PROPULSION OF ELECTRIC ROAD VEHICLES –

Part 1: Performance testing

1 Scope

This part of IEC 62660 specifies performance and life testing of secondary lithium-ion cells used for propulsion of electric vehicles including battery electric vehicles (BEV) and hybrid electric vehicles (HEV).

The objective of this standard is to specify the test procedures to obtain the essential characteristics of lithium-ion cells for vehicle propulsion applications regarding capacity, power density, energy density, storage life and cycle life.

This standard provides the standard test procedures and conditions for testing basic performance characteristics of lithium-ion cells for vehicle propulsion applications, which are indispensable for securing a basic level of performance and obtaining essential data on cells for various designs of battery systems and battery packs.

NOTE 1 Based on the agreement between the manufacturer and the customer, specific test conditions may be selected in addition to the conditions specified in this standard. Selective test conditions are described in Annex A.

NOTE 2 The performance tests for the electrically connected lithium-ion cells may be performed with reference to this standard.

NOTE 3 The test specification for lithium-ion battery packs and systems is defined in ISO 12405-1 and ISO 12405-2 (under consideration).

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60050-482, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 482: Primary and secondary cells and batteries*

IEC 61434, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Guide to the designation of current in alkaline secondary cell and battery standards*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	40
INTRODUCTION	42
1 Domaine d'application.....	43
2 Références normatives.....	43
3 Termes et définitions	44
4 Conditions d'essai	45
4.1 Généralités.....	45
4.2 Instruments de mesure	45
4.2.1 Gamme des dispositifs de mesure.....	45
4.2.2 Mesure de la tension	45
4.2.3 Mesure du courant	45
4.2.4 Mesure de la température	45
4.2.5 Autres mesures.....	46
4.3 Tolérances	46
4.4 Température d'essai.....	46
5 Mesures dimensionnelles	47
6 Mesure de la masse.....	48
7 Mesures électriques.....	48
7.1 Conditions générales de charge.....	48
7.2 Capacité	48
7.3 Ajustement de l'état de charge (SOC)	48
7.4 Puissance	49
7.4.1 Méthode d'essai.....	49
7.4.2 Calcul de la densité de puissance.....	51
7.4.3 Calcul de la densité de puissance régénérative	52
7.5 Énergie	53
7.5.1 Méthode d'essai.....	53
7.5.2 Calcul de la densité d'énergie.....	54
7.6 Essai de stockage.....	54
7.6.1 Essai de conservation de la charge.....	54
7.6.2 Essai de restitution de performance après stockage	55
7.7 Essai de durée de vie en cyclage.....	55
7.7.1 Test en cyclage BEV	56
7.7.2 Test en cyclage HEV	60
7.8 Essai de rendement en énergie	64
7.8.1 Essais communs aux éléments BEV et HEV.....	64
7.8.2 Essai des éléments en application BEV	66
7.8.3 Calcul du rendement en énergie pour les éléments en application HEV.....	67
Annexe A (informative) Conditions d'essai sélectives	69
Annexe B (informative) Séquence des essais de durée de vie en cyclage	71
Bibliographie	75
Figure 1 – Exemple de mesure de température d'un élément	46
Figure 2 – Exemples de dimension maximale de l'élément.....	47

Figure 3 – Ordre des essais de la caractéristique courant-tension	51
Figure 4 – Profil dynamique de décharge A pour l'essai de durée de vie - BEV	58
Figure 5 – Profil dynamique de décharge B pour l'essai de durée de vie - BEV	59
Figure 6 – Profil à décharge prédominante pour l'essai de durée de vie - HEV	62
Figure 7 – Profil à charge prédominante pour l'essai de durée de vie - HEV	63
Figure 8 – Variation typique du SOC par combinaison de deux profils pour l'essai de durée de vie - HEV	64
Figure B.1 – Séquence des essais de durée de vie relatifs à l'application BEV	72
Figure B.2 – Concept de l'essai de durée de vie relatif à l'application BEV	73
Tableau 1 – Conditions de décharge	48
Tableau 2 – Exemples de courants de charge et de décharge	49
Tableau 3 – Profil dynamique de décharge A pour l'essai de durée de vie - BEV	57
Tableau 4 – Profil dynamique de décharge B pour l'essai de durée de vie - BEV	59
Tableau 5 – Profil à décharge prédominante pour l'essai de durée de vie - HEV	62
Tableau 6 – Profil à charge prédominante pour l'essai de durée de vie - HEV	63
Tableau A.1 – Conditions d'essai de capacité	69
Tableau A.2 – Conditions d'essai de puissance	69
Tableau A.3 – Conditions d'essai de durée de vie en cyclage	69
Tableau A.4 – Conditions d'essai du rendement énergétique relatives à l'application BEV	70
Tableau B.1 – Séquence des essais de durée de vie relatifs à l'application HEV	74

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉLÉMENTS D'ACCUMULATEURS LITHIUM-ION POUR LA PROPULSION DES VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES –

Partie 1: Essais de performance

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62660-1 a été établie par le comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/728/FDIS	21/732/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série des CEI 62660, publiées sous le titre général *Eléments d'accumulateurs lithium-ion pour la propulsion des véhicules routiers électriques*, est disponible sur le site Internet de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

La commercialisation des véhicules routiers électriques, comprenant les véhicules électriques à batterie, les véhicules électriques hybrides et hybrides rechargeables, a été accélérée sur le marché international, répondant ainsi aux préoccupations mondiales concernant la réduction du CO₂ et la sécurité en matière d'énergie. Par voie de conséquence, cela a conduit à une demande rapidement croissante de batteries de traction de forte puissance et de grande densité énergétique. On estime que les batteries lithium-ion sont les batteries d'accumulateurs les plus prometteuses pour la propulsion des véhicules électriques. Du fait de la diffusion rapide des véhicules électriques hybrides et de l'émergence des véhicules électriques à batterie d'accumulateurs et hybrides rechargeables, une méthode normalisée d'essai relative aux exigences de performance des batteries lithium-ion est indispensable pour fixer un niveau de performance de base et obtenir des données essentielles pour la conception des systèmes des véhicules et des blocs de batteries.

La présente norme a pour but de spécifier les essais de performance des éléments lithium-ion destinés à la traction automobile qui diffèrent fondamentalement des autres éléments y compris ceux destinées aux applications portatives et fixes spécifiées par les autres normes CEI. Dans le cas d'une application automobile, il est important de considérer la spécificité d'usage, c'est-à-dire la diversité de conception des blocs et des systèmes de batteries pour automobile, ainsi que la diversité des exigences spécifiques relatives aux éléments et aux batteries correspondant à chacune de ces conceptions. Basé sur ces faits, le but de la présente norme est de fournir une méthodologie fondamentale d'essais ayant une polyvalence générale, remplissant une fonction d'essais préliminaires communs pour les éléments lithium-ion destinés à être utilisés dans divers systèmes de batterie.

La présente norme est associée à l'ISO 12405-1 et à l'ISO 12405-2¹.

La CEI 62660-2 spécifie les essais de fiabilité et de traitement abusif des éléments lithium-ion pour application aux véhicules électriques.

¹ A l'étude.

ÉLÉMENTS D'ACCUMULATEURS LITHIUM-ION POUR LA PROPULSION DES VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES –

Partie 1: Essais de performance

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62660 spécifie les essais de performance et de durée de vie des accumulateurs lithium-ion utilisés pour la propulsion des véhicules électriques, incluant les véhicules électriques à batterie d'accumulateurs (BEV) et les véhicules électriques hybrides (HEV).

L'objet de la présente norme est de spécifier les procédures d'essai afin d'obtenir les caractéristiques essentielles des éléments lithium-ion destinés aux applications de propulsion de véhicules; ces caractéristiques concernent la capacité, la densité de puissance, la densité d'énergie, la durée de stockage et la durée de vie.

La présente norme spécifie les procédures d'essai et les conditions normalisées pour effectuer les essais des caractéristiques de performance fondamentales des éléments lithium-ion destinés aux applications de propulsion de véhicules; ces caractéristiques sont indispensables pour fixer un niveau de performance de base et obtenir des données essentielles pour diverses conceptions de systèmes de batteries et de blocs de batteries.

NOTE 1 En plus des conditions spécifiées par la présente norme, des conditions d'essai spécifiques, basées sur un accord entre le fabricant et le client, peuvent être choisies. Des conditions d'essai sélectives sont décrites à l'Annexe A.

NOTE 2 Les essais de performance des éléments lithium-ion connectés électriquement peuvent être effectués en faisant référence à la présente norme.

NOTE 3 La spécification d'essai pour les blocs et systèmes de batterie est définie dans l'ISO 12405-1 et l'ISO 12405-2 (à l'étude).

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60050-482, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

CEI 61434, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Guide pour l'expression des courants dans les normes d'accumulateurs alcalins*