

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety requirements for secondary batteries and battery installations –
Part 3: Traction batteries**

**Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations
de batteries –
Partie 3: Batteries de traction**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety requirements for secondary batteries and battery installations –
Part 3: Traction batteries**

**Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations
de batteries –
Partie 3: Batteries de traction**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 29.220.20; 29.220.30; 43.040.10

ISBN 978-2-88910-997-5

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions	6
4 Protection against electric shock by the battery and charger.....	8
4.1 General.....	8
4.2 Protection against both direct and indirect contact.....	9
4.3 Protection against direct and indirect contact when discharging the traction battery on the vehicle (battery disconnected from charger/mains).....	9
4.4 Protection against direct and indirect contact when charging the traction battery.....	10
5 Prevention of short circuits and protection from other effects of electric current.....	10
5.1 Cables and cell connectors	10
5.2 Protective measures during maintenance	10
5.3 Battery insulation	11
5.3.1 General	11
6 Provisions against explosion hazards by ventilation.....	11
6.1 Gas generation.....	11
6.2 Ventilation requirements	12
6.2.1 General	12
6.2.2 Standard formula	12
6.2.3 Special formula.....	13
6.2.4 Unconventional chargers.....	14
6.2.5 Multiple charging.....	14
6.3 Natural ventilation.....	14
6.4 Forced ventilation	15
6.5 Close vicinity to the battery.....	15
6.6 Ventilation of battery compartment.....	15
7 Provisions against electrolyte hazard	15
7.1 Electrolyte and water.....	15
7.2 Protective clothing	15
7.3 Accidental contact, "first aid".....	15
7.3.1 General	15
7.3.2 Eye contact.....	16
7.3.3 Skin contact.....	16
7.4 Battery accessories and maintenance tools.....	16
8 Battery containers and enclosures	16
9 Accommodation for charging/maintenance	16
10 Battery peripheral equipment/accessories	17
10.1 Battery monitoring system.....	17
10.2 Central water filling system	17
10.2.1 General	17
10.2.2 Safety aspects	18
10.3 Central degassing systems	18
10.4 Thermal management systems	18
10.5 Electrolyte agitation system	18
10.6 Catalyst vent plugs	19

10.7 Connectors (plugs/sockets).....	19
11 Identification labels, warning notices and instructions for use, installation and maintenance.....	19
11.1 Warning labels	19
11.2 Identification label.....	19
11.3 Instructions.....	20
11.4 Other labels.....	20
12 Transportation, storage, disposal and environmental aspects	20
12.1 Packing and transport.....	20
12.2 Disassembly, disposal, and recycling of batteries	20
13 Inspection and monitoring	20
Bibliography	22

Table 1 – Gas producing current I_{gas} respectively typical end of charge current in A per 100 Ah rated capacity, when charging with IU or IUI-chargers.....	13
--	----

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY REQUIREMENTS FOR SECONDARY BATTERIES
AND BATTERY INSTALLATIONS –****Part 3: Traction 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) 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 62485-3 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
21/712/FDIS	21/719/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 parts of the IEC 62485 series can be found, under the general title *Safety requirements for secondary batteries and battery installations*, on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this 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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62485-3:2010

Withdrawn

SAFETY REQUIREMENTS FOR SECONDARY BATTERIES AND BATTERY INSTALLATIONS –

Part 3: Traction batteries

1 Scope

This part of the IEC 62485 applies to secondary batteries and battery installations used for electric vehicles, e.g. in electric industrial trucks (including lift trucks, tow trucks, cleaning machines, automatic guided vehicles), in battery powered locomotives, in electric vehicles (e.g. goods vehicles, golf carts, bicycles, wheelchairs), and does not cover the design of such vehicles.

This International Standard covers lead dioxide-lead (lead-acid), nickel oxide-cadmium, nickel-oxide-metal hydride and other alkaline secondary batteries. Safety aspects of secondary lithium batteries in such applications will be covered in their own appropriate standards.

The nominal voltages are limited to 1 000 V AC and 1 500 V DC respectively and describe the principal measures for protection against hazards generally from electricity, gas emission and electrolyte.

It provides requirements on safety aspects associated with the installation, use, inspection, maintenance and disposal of batteries.

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 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60900, *Live working – Hand tools for use up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

ISO 3864 (all parts), *Graphical symbols – Safety colours and safety signs*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

(secondary) cell

(rechargeable) cell

single cell

assembly of electrodes and electrolyte which constitutes the basic unit of a secondary battery

NOTE This assembly is contained in an individual case and closed by a cover.

3.2

lead dioxide-lead (acid) battery

secondary battery with an aqueous electrolyte based on dilute sulphuric acid, a positive electrode of lead dioxide and a negative electrode of lead

3.3

nickel oxide-cadmium battery

secondary battery with an alkaline electrolyte, a positive electrode containing nickel oxide and a negative electrode of cadmium

3.4

vented (secondary) cell

a secondary cell having a cover provided with an opening through which gaseous products may escape

3.5

valve regulated (secondary) cell

secondary cell which is closed under normal conditions but has an arrangement which allows the escape of gas if the internal pressure exceeds a predetermined value. The cell cannot normally receive addition to the electrolyte

3.6

gas-tight sealed (secondary) cell

secondary cell which remains closed and does not release either gas or liquid when operated within the limits of charge and temperature specified by the manufacturer. The cell may be equipped with a safety device to prevent dangerously high internal pressure

NOTE The cell does not require addition to the electrolyte and is designed to operate during its life in its original sealed state.

3.7

secondary battery

two or more secondary cells connected together and used as a source of electrical energy

3.8

traction battery

secondary battery which is designed to provide the propulsion energy for electric vehicles

3.9

monobloc battery

battery with multiple separate but electrically connected cell compartments each of which is designed to house an assembly of electrodes, electrolyte, terminals and interconnections and possible separator

NOTE The cells in a monobloc battery can be connected in series or parallel.

3.10

electrolyte

liquid or solid substance containing mobile ions which render it ionically conductive

NOTE The electrolyte may be a liquid, solid or a gel.

3.11

gassing

gas emission

evolution of gas resulting from the electrolysis of water in the electrolyte of the cell

3.12

charge

charging (of a battery)

operation during which a secondary cell or battery is supplied with electrical energy from an external circuit which results in chemical changes within a cell and thus storage of energy as chemical energy occurs

3.13

equalisation charge

extended charge which ensures complete charging of all cells in a battery

3.14

opportunity charging

use of free time during a work period to top up the charge and thus extend the work period of a battery whilst avoiding excessive discharge

3.15

overcharge

overcharging (of a cell or battery)

continued charging after the full charge of a cell or battery

NOTE Overcharge is also the act of charging beyond a certain limit specified by the manufacturer.

3.16

discharge

discharging (of a battery)

operation during which a battery delivers, to an external circuit and under specified conditions, electrical energy produced in the cells

3.17

(battery) peripheral equipment

equipment installed on the battery, which supports or monitors the operation of the battery, e.g. central water filling system, electrolyte agitation system, battery monitoring system, central de-gassing system, battery connectors (plugs and sockets), thermal management system, etc

3.18

charging room

room or closed area intended specifically for recharging batteries. The room may also be used for battery maintenance

3.19

charging area

open area designated and made suitable for recharging batteries. The area may also be used for battery maintenance

4 Protection against electric shock by the battery and charger

4.1 General

Measures shall be taken on traction batteries and in traction battery charging installations for protection against either direct contact or indirect contact, or against both direct and indirect contact.

These measures are described in detail in IEC 60364-4-41 and IEC 61140. The following clauses and the resulting amendments describe the typical measures to be taken for traction battery installations.

The appropriate equipment standard IEC 61140 applies to batteries and direct current distribution circuits located inside equipment.

4.2 Protection against both direct and indirect contact

On batteries and in battery charging installations protection against direct contact with live parts shall be ensured in accordance with IEC 60364-4-41.

The following protective measures against direct contact apply:

- “protection by insulation of live parts”;
- “protection by barriers or enclosures”;
- “protection by obstacles”;
- “protection by placing out of reach”.

The following protective measures against indirect contact apply:

- “protection by automatic disconnection or signalling”;
- “protection by protective insulation”;
- “protection by earth-free local equipotential bonding”;
- “protection by electrical separation”.

4.3 Protection against direct and indirect contact when discharging the traction battery on the vehicle (battery disconnected from charger/mains)

4.3.1 For batteries having a nominal voltage up to and including 60 V DC, protection against electric shock caused by direct contact is not formally required, as long as the whole installation corresponds to the conditions for safety extra low voltage (SELV) and protective extra low voltage (PELV).

NOTE The nominal voltage of a lead dioxide – lead cell (lead acid) is 2,0 V, that of a nickel oxide – cadmium or nickel oxide – metal hydride cell is 1,2 V. When these cells are boost charged, their voltage may reach 2,7 V in lead acid or 1,6 V in nickel oxide based systems.

However, for other reasons, e.g. short circuits, mechanical damage etc., all batteries in electrical vehicles shall be protected against direct contact of live parts, even if the battery nominal voltage is 60 V DC or less.

4.3.2 For batteries having a nominal voltage above 60 V DC and up to and including 120 V DC, protection against electric shock caused by direct contact is required.

NOTE Batteries with nominal voltage up to and including 120 V DC are regarded as safe power sources for SELV-systems (safety extra low voltage) or PELV-systems (protective extra low voltage), see IEC 60364-4-41, 411.1.

The following protective measures apply:

- “protection by insulation of live parts”;
- “protection by barriers or enclosures”;
- “protection by obstacles”;
- “protection by placing out of reach”.

If the protection against direct contact of live parts is ensured only by obstacles or placing out of reach, access to the battery accommodation shall be restricted to trained and authorized personnel only, and the battery accommodation shall be marked by appropriate warning labels (see Clause 11).

For batteries having a nominal voltage exceeding 120 V DC, protective measures against both direct and indirect contact are required.

Battery compartments with batteries having a nominal voltage exceeding 120 V DC shall be locked and have restricted access for trained and authorized personnel only and shall be marked by appropriate warning labels (see Clause 11).

For batteries with a nominal voltage exceeding 120 V DC, the following protective measures against indirect contact apply:

- “protection by electrical insulation of live parts”;
- “protection by earth-free equipotential local bonding”;
- “protection by automatic disconnection or signalling”.

4.4 Protection against direct and indirect contact when charging the traction battery

When battery chargers with safe galvanic separation from the feeding mains are used according to IEC 61140, the protective measures SELV or PELV shall be applied. If the nominal voltage of the battery does not exceed 60 V DC protection against direct contact is not formally required, as long as the total installation corresponds to conditions of SELV or PELV.

When the battery charger does not comply with these requirements, then the protective measures against direct and indirect contact shall be applied according to IEC 60364-4-41.

However, for other reasons, e.g. short circuits, mechanical damage etc., all batteries in electrical vehicles shall be protected against direct contact of live parts, even if the battery nominal voltage is 60 V DC or less.

5 Prevention of short circuits and protection from other effects of electric current

5.1 Cables and cell connectors

Cables and cell connectors shall be insulated to prevent short circuits.

If protection against short circuits cannot be provided by over-current protection devices for battery-specific reasons, then the connecting cables between charger, respective battery fuse, and battery, and between battery and vehicle shall be protected against short circuits and earth fault.

The cables shall meet the requirements of IEC 60204-1.

When a trailing cable is used, the protection against short circuits shall be improved by the use of single core cable according to IEC 60204-1. However, where the battery nominal voltage is less than or equal to 120 V DC, a trailing cable of grade H01ND2, for higher flexibility, can be used.

The battery terminal cables shall be fixed in a manner that prevents tensile and torsional strain on the battery terminals.

Insulation shall be resistant to the effects of ambient influences such as temperature, electrolyte, water, dust, commonly occurring chemicals, gasses, steam and mechanical stress.

5.2 Protective measures during maintenance

When working on live equipment, appropriate procedures shall be implemented so to reduce the risk of injury and only insulated tools according to IEC 60900 shall be used.

To minimize the risk of injury, the following measures shall be implemented:

- batteries shall not be connected or disconnected before the load or charging current has been switched off;
- battery terminal and connector covers shall be provided which allow routine maintenance whilst minimising exposure of energized conductive parts;
- all metallic personal objects shall be removed from the hands, wrists and neck before starting work;
- for battery systems where the nominal voltage is above 120 V DC, insulated protective clothing and/or local insulated coverings shall be required to prevent personnel making contact with the floor or parts bonded to earth.

NOTE It is strongly advisable that batteries, having a nominal voltage above 120 V DC and undergoing maintenance, are divided into sections consisting of 120 V DC (nominal) or less.

5.3 Battery insulation

5.3.1 General

This clause does not apply to batteries used in electrically propelled road vehicles where the battery insulation requirement is covered by particular standards for that application.

5.3.2 A new, filled and charged battery shall have an insulation resistance of at least 1 M Ω when measured between a battery terminal and metallic tray, vehicle frame or other conductive supporting structure. Where the battery is fitted into more than one container, this requirement applies with the sections, including metal battery containers, electrically connected.

5.3.3 A battery in use, having a nominal voltage not higher than 120 V DC, shall have an insulation resistance of at least 50 Ω multiplied by the nominal battery voltage but not less than 1 k Ω when measured between a battery terminal and metallic tray, vehicle frame or other conductive supporting structure. If the nominal battery voltage exceeds 120 V DC an isolation resistance of at least 500 Ω multiplied by the nominal battery voltage is required. Where the battery is fitted into more than one container, this requirement applies with the sections, including metal battery containers, electrically connected.

5.3.4 The insulation resistance of the vehicle and traction battery shall be checked separately. The resistance test voltage shall be higher than the nominal voltage of the battery, but no more than 100 V DC or three times the nominal voltage (see EN 1175-1).

6 Provisions against explosion hazards by ventilation

6.1 Gas generation

During charge processes, gases are emitted from all secondary cells and batteries excluding gastight (secondary) cells. This is a result of the electrolysis of the water by the overcharging current. Gases produced are hydrogen and oxygen. When emitted into the surrounding atmosphere, an explosive mixture may be created if the hydrogen concentration exceeds 4 %_{vol} hydrogen in air.

In order to avoid detrimental heat development and excessive gassing of the batteries, care shall be taken to use battery chargers with appropriate size and performance characteristics for the batteries to be charged.

When gas emission is determined experimentally with battery test standards and the value found is lower than that used in the present standard, then no de-rating of the ventilation requirements shall be admissible. If the experimental gas emission value is higher than the value assumed in the present standard, then the ventilation requirements shall be adapted i.e. increased.

When a cell reaches its fully charged state, water electrolysis occurs according to the Faraday's law. Under standard conditions i.e at 0 °C and 1 013 hPA (STP under IUPAC):

- 1 Ah decomposes 0,336 g H₂O into 0,42 l H₂ + 0,21 l O₂;
- 3 Ah decompose 1 cm³ (1 g) of H₂O;
- 26,8 Ah decompose 9 g H₂O into 1 g H₂ + 8 g O₂.

When the operation of the charge equipment is stopped, the emission of gas from the cells will substantially subside within one hour. However, precautions are still necessary after this time, as gas trapped within the cells can be released suddenly due to movement of the battery when it is refitted to the vehicle or when the vehicle moves in service.

6.2 Ventilation requirements

6.2.1 General

The ventilation requirements of this subclause shall be met whether the battery is charged on or off the vehicle.

The purpose of ventilating a battery location or enclosure is to maintain the hydrogen concentration below the 4 % hydrogen threshold. Battery accommodation rooms are to be considered as safe from explosions, when by natural or artificial ventilation, the concentration of hydrogen is kept below this safe limit. The necessary ventilation airflow for a battery location or compartment shall be calculated by use of one of the two following formulae.

6.2.2 Standard formula

The standard formula shall be used with any type of conventional battery charger when charging vented or valve-regulated lead-acid batteries or vented nickel-cadmium batteries:

$$Q = v \times q \times s \times n \times I_{\text{gas standard}} \times z \text{ [m}^3/\text{h]}$$

where

Q is the ventilation air flow in m³/h;

v is the necessary dilution of hydrogen: $\frac{(100 \% - 4 \%)}{4 \%} = 24$;

q = $0,42 \times 10^{-3}$ m³/Ah generated hydrogen at 0 °C;

Remark: for calculations at 25 °C, the value of q at 0 °C shall be multiplied by factor 1,095;

s = 5, general safety factor;

n is the number of cells;

$I_{\text{gas standard}}$ = gassing current equal to 30 % of the rated output current of the involved charger [A];

z = 1,0 for vented batteries;

z = 0,25 for valve-regulated batteries de-rating factor due to internal gas recombination.

The ventilation air flow calculation formula can be resolved into the following:

$$Q = 0,05 \times n \times I_{\text{gas standard}} \times z \text{ [m}^3/\text{h]}$$

NOTE 1 A 48 V vented lead-acid traction battery consisting of 24 cells is to be charged from a charger with output rating 48 V/ 80 A. According to the above definitions, the value of $I_{\text{gas standard}} = 0,30 \times 80 = 24$ [A] and the value of $z = 1,00$.

The ventilation air flow requirement amounts to $Q = 0,05 \times 24 \times 24 \times 1,00 = 28,8$ [m³/h].

NOTE 2 A 24 V valve-regulated lead-acid wheel-chair battery consisting of 12 cells is to be charged from a charger with output rating 24 V/10 A. According to the above definitions, the value of $I_{\text{gas standard}} = 0,30 \times 10 = 3,0$ [A] and the value of $z = 0,25$.

The ventilation air flow requirement amounts to $Q = 0,05 \times 12 \times 3,0 \times 0,25 = 0,45$ [m³/h].

6.2.3 Special formula

Regardless of 6.2.2, the following special formula can be used with conventional chargers with controlled voltage and current output performance when detailed information on chargers, charging profiles and battery types are available and ventilation air flow optimization is desired

$$Q = v \times q \times s \times n \times I_{\text{gas special}} \times C_n / 100 \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

where

Q is the ventilation air flow in m³/h;

v is the necessary dilution of hydrogen: $\frac{(100\% - 4\%)}{4\%} = 24$;

q = $0,42 \times 10^{-3}$ m³/Ah generated hydrogen at 0 °C ;

Remark: for calculations at 25 °C, the value of q at 0 °C shall be multiplied by factor 1,095;

s = 5, general safety factor;

n is the number of cells;

$I_{\text{gas standard}}$ = gassing current in A/100 Ah rated battery capacity (C_5) per Table 1.

The ventilation air flow calculation formula can be resolved into the following:

$$Q = 0,05 \times n \times I_{\text{gas special}} \times C_n / 100 \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

For calculation of the required ventilation air flow at least the minimum values of the gassing current $I_{\text{gas special}}$ [A/100 Ah] as per Table 1 shall be used.

Table 1 – Gas producing current I_{gas} respectively typical end of charge current in A per 100 Ah rated capacity, when charging with IU or IUI-chargers

Charger characteristics	Gassing current $I_{\text{gas special}}$ in A /100 Ah (minimum values)			
	Vented lead acid battery cells	Valve regulated lead acid cells	Vented nickel cadmium cells	Sealed nickel cadmium or nickel metal hydride cells
IU charging	(2,4 V/cell max.) 2	(2,4 V/cell max) 1,0	(1,55 V/cell max) 5	Consult manufacturer of cells and charger
IUI charging	Current in 3 rd charging step but not less than 5	Current in 3 rd charging step but not less than 1,5	Current in 3 rd charging step but not less than 5	

NOTE 1 A 24 V valve-regulated lead-acid traction battery consisting of 12 cells with a nominal capacity of 256 Ah is to be charged with an adequate IU-charger with a voltage setting of max 28,8 V. The voltage setting corresponds to $28,8/12 = 2,40$ V/ cell and thus the $I_{\text{gas special}}$ value of 1,0 A/100 Ah of Table 1 applies.

The ventilation air flow requirement amounts to: $Q = 0,05 \times 12 \times 1,0 \times 256/100 = 1,54$ [m³/h].

NOTE 2 A 48 V vented nickel-cadmium battery consisting of 40 cells with a nominal capacity of 180 Ah is to be charged with an IUI charger having an output current of 6,3 A in the 3rd charging step, corresponding to $6,3/180 = 0,035$ A/Ah = 3,5 A/100 Ah. This is less than the minimum allowed value of $I_{\text{gas special}}$ per Table 1. Therefore at

least the minimum $I_{\text{gas special}}$ value of 5 A/100 Ah in Table 1 shall be used for the calculation of the ventilation air flow

The ventilation air flow requirement amounts to: $Q = 0,05 \times 40 \times 5 \times 180/100 = 18,0 \text{ [m}^3/\text{h]}$.

NOTE 3 A 48 V vented nickel-cadmium battery consisting of 40 cells with a nominal capacity of 180 Ah is to be charged with an IUI charger having an output current of 10,0 A in the 3rd charging step, corresponding to $10,0/180 = 0,056 \text{ A/Ah} = 5,6 \text{ A/100 Ah}$. As this value is higher than 5,0 A/100Ah, the value of the current in the 3rd charging step shall be used as $I_{\text{gas special}}$, i.e. 5,6 A/100 Ah.

The ventilation air flow requirement amounts to: $Q = 0,05 \times 40 \times 5,6 \times 180/100 = 20,2 \text{ [m}^3/\text{h]}$.

6.2.4 Unconventional chargers

When a so-called "fast charger" or a charger with unconventional characteristics e. g. a "pulse charger" is used, then the specific value for $I_{\text{gas special}}$ shall be obtained from the charger manufacturer.

6.2.5 Multiple charging

When two or more batteries are simultaneously being charged in the same room, then the ventilation requirement shall be the sum of the individual ventilation air flow needs.

6.3 Natural ventilation

The amount of ventilation air flow shall preferably be ensured by natural ventilation, otherwise forced (artificial) ventilation shall be implemented.

Charging rooms and charging areas require, under natural ventilation conditions, an air inlet and an air outlet with a minimum free area of opening calculated by the following formula:

$$A = 28 \times Q$$

where

Q is the ventilation flow rate of fresh air [m^3/h];

A is the free area of opening in air inlet and outlet [cm^2].

NOTE For the purpose of this calculation the air velocity is assumed to be 0,1 m/s.

The air inlet and outlet shall be located at the best possible location to create best conditions for exchange of air, i.e. with

- openings on opposite walls;
- minimum separation distance of 2 m when openings on the same wall.

In open air, in large halls and in well ventilated rooms an air velocity of $\geq 0,1 \text{ m/s}$ can be assumed and an adequate air ventilation is ensured.

Well ventilated rooms shall have a free volume of at least $2,5 \times Q \text{ [m}^3]$.

The air inlet and outlet shall be in the best possible location for the exchange of air, i.e.

- openings on opposite walls,
- minimum distance apart of 2 m when openings are in the same wall.

The air extracted from the charging area/room shall be exhausted to the atmosphere outside the building.

6.4 Forced ventilation

Where an adequate air flow Q cannot be obtained by natural ventilation and forced ventilation is implemented, the charger shall be interlocked with the ventilation system or an alarm shall be actuated when the required air flow, for the selected mode of charging, is not assured.

The air extracted from the charging room shall be exhausted to the atmosphere outside the building.

6.5 Close vicinity to the battery

In the close vicinity of the battery, the dilution of explosive gases is not always secured. Therefore, a safety distance of minimum 0,5 m extending through the air without flames, sparks, arcs or glowing devices (maximum surface temperature 300 °C) shall be observed.

6.6 Ventilation of battery compartment

6.6.1 Where removable covers are provided for the battery and when appropriate, the covers shall be removed prior to charging in order to ventilate gas produced and aid battery cooling.

6.6.2 Suitable ventilation openings shall be provided in the battery container, compartment or cover so that during discharge or rest periods, dangerous accumulation of gas does not occur when the equipment is used in accordance with the manufacturer's instructions.

The ventilation opening area shall be at least:

$$A = 0,005 \times n \times C_5 \quad [\text{cm}^2]$$

where

A is the total cross-sectional area of ventilation holes required [cm²] ;

n is the number of cells in battery;

C_5 is the capacity of battery at the 5 h rate [Ah].

7 Provisions against electrolyte hazard

7.1 Electrolyte and water

Electrolyte used in lead-acid batteries is an aqueous solution of sulphuric acid. Electrolyte used in NiCd and NiMH batteries is an aqueous solution of potassium hydroxide. Distilled or demineralised water is used when topping up the cells.

7.2 Protective clothing

In order to avoid personal injury from electrolyte splashes when handling electrolyte and/or vented cells or batteries, protective clothing shall be worn, such as

- protective glasses or face shields,
- protective gloves and aprons.

In the case of valve-regulated or gastight sealed batteries, at least protective glasses and gloves shall be worn.

7.3 Accidental contact, "first aid"

7.3.1 General

Acid and alkaline electrolytes create burns in eyes and on the skin.

A source of clean water, from tap or a dedicated sterile reservoir, shall be provided in the vicinity of the battery under charging or maintenance for removing electrolyte splashed onto body parts.

7.3.2 Eye contact

In the event of accidental contact with electrolyte, the eyes shall be immediately flooded with large quantities of water for an extended period of time. In all cases immediate medical attention shall be obtained.

7.3.3 Skin contact

In the event of accidental skin contact with electrolyte, the affected parts shall be washed with large quantities of water or with adequate neutralising solutions. If irritation of skin persists medical attention shall be obtained.

7.4 Battery accessories and maintenance tools

Materials used for battery accessories, battery stands or enclosures, and components inside battery rooms shall be resistant to or protected from the chemical effects of the electrolyte.

In the event of electrolyte spillage, the liquids shall be removed promptly from all surfaces with absorbing and neutralizing material.

Maintenance tools such as funnels, hydrometers, thermometers which come in contact with electrolyte shall be dedicated either to the lead-acid or NiCd batteries and shall not be used for any other purpose.

8 Battery containers and enclosures

8.1 The battery accommodation, trays, crates and compartments shall have adequate mechanical strength and be constructed either of electrolyte resistant materials or be protected against the damaging effects of electrolyte leakage and spillage.

8.2 Provision shall be made to prevent the spillage of electrolyte on to underlying equipment/components or the ground.

8.3 It shall be made possible to remove any accumulation of spilled electrolyte or water from the battery tray.

8.4 Waste electrolyte from maintenance work on batteries shall be disposed of in accordance with local regulations.

9 Accommodation for charging/maintenance

9.1 Charging areas shall be clearly defined by permanent marking of the floor area (not required for electric equipment for domestic use, e.g. wheel chairs, lawn movers, etc.).

9.2 The charging area shall be adequately spaced from materials which may constitute a hazard, such as inflammable or explosive goods.

9.3 Except during essential battery maintenance/repair, the charging area shall not be subjected to any sources of ignition such as sparks or sources of high temperature. The exception is where high temperature equipment is required for work on the battery and this shall be in the control of trained and authorized personnel who shall take all necessary precautions.

9.4 Prevention of electrostatic discharges when working with batteries: care shall be taken not to wear clothes and footwear which may build up electrostatic charge.

Absorbent cloth for battery cleaning shall be antistatic and used moistened only with water without cleaning agents.

9.5 When the battery is being charged or serviced, a spacing of at least 0,8 m width shall be provided on those sides required for access.

9.6 When charging batteries on or off the vehicle, the ventilation requirements of Clause 6 shall be met.

9.7 The charger shall be placed or protected in such a way that it is not vulnerable to damage by movement of the vehicle.

9.8 The charging area shall not be vulnerable to falling objects, dripping water or liquids that could leak from fractured pipes.

10 Battery peripheral equipment/accessories

10.1 Battery monitoring system

When applying battery monitoring, the recommendations of IEC/TR 61431 should be observed.

A battery monitoring system shall be designed and installed in such a way, that no hazard will occur during its use and operation, for this:

- measuring cables installed on top of the battery shall be protected against short circuit by use of fuses, double insulation or high impedance;
- cable installation shall follow the potential of the series connected cells to avoid leakage currents, e.g. by means of accumulated dirt or electrolyte contamination;
- shunt cables or other measuring equipment shall be carefully fixed to the battery.

10.2 Central water filling system

10.2.1 General

During service of vented type traction batteries, water is lost as hydrogen and oxygen due to electrolysis occurring towards the end of charge. This water shall be periodically replaced in the battery cells to restore the electrolyte level and its specific gravity.

When topping up is done with a "central" or "single point" topping up system, specific watering plugs are installed in each cell and connected in series or series/parallel through a piping system.

Water is fed to the cells from a central reservoir either by gravity, vacuum or under pressure according to the plug design. Once the electrolyte level in the cell achieves the prescribed level, water is prevented from further entering into the cell. This is accomplished in different ways according to the plug design.

In the "float" design, the plug is fitted with a float which closes a water inlet valve once the electrolyte achieves the required level. The gases are vented from each cell through an opening in the plug.

In the "air-lock" design, the plug has no float or other moving parts and once the electrolyte achieves the prescribed level, an overpressure is generated in the cell space above the

electrolyte or within the plug itself sufficient to prevent the water from further entering into the cell. The gases are vented from the cell through the same piping used for the water topping-up.

10.2.2 Safety aspects

In any battery where the cells are interconnected by pipes, this may be from a gas mono-venting system or a water filling system, precautions shall be taken to minimize any risk of electrical tracking or the propagation of battery explosions between cells.

The following precautions shall be followed:

- to reduce the risk of electrical tracking, the piping system shall follow the potential of the electrical circuit;
- to reduce the risks of both electrical tracking and the propagation of explosions, the number of cells connected in a piped series circuit shall be kept low;
- the maximum number of cells which are connected in a series piped branch, shall not exceed those specified by the manufacturer of the system design.

NOTE In order to prevent an explosion occurring within an individual cell from propagating into the contiguous ones, the plugs may be fitted with a built-in safety feature such as a water trap that prevents hydrogen from entering into the water piping circuit.

10.3 Central degassing systems

Central degassing systems are used to vent the battery gases outside the battery compartment. In many cases, they are associated with central water filling systems.

Batteries equipped with hydrogen gas evacuation or central degassing systems based on gas collection covers and tubing are not covered by any product-, test- or safety standard. Therefore the provisions of the present standard and particular of Clause 6 concerning ventilation of the room or vehicle where the batteries are charged, is highly recommended.

With central degassing systems, the gas venting outlets shall be located outside the battery compartment and be protected with flame arrestors against the risk of explosions caused by sources of ignition close to the gas outlets.

Where during charging individual degassing circuits are coupled to a forced ventilation system which exhausts the entire gas evolved to the outside of the charging area, the ventilation requirements of the system shall be in accordance with 6.2 and 6.4.

10.4 Thermal management systems

Where thermal management systems are installed, care shall be taken so that no hazard is caused by ignition sources, leakage currents, electrolyte flooding, etc.

10.5 Electrolyte agitation system

Lead-acid traction batteries may be equipped with an electrolyte agitation system to eliminate stratification and reduce the charging factor. Mixing of the electrolyte is achieved by means of a continuous or intermittent air stream released inside at the bottom of the cell containers.

The air is fed through flexible tubes by an air pump to an air inlet on each cell.

Provision shall be made to avoid confusion between air supply and water filling pipe systems.

The piping system shall follow the potential of the electrical circuit. The maximum number of cells with peripheral accessories connected in series in a section shall be specified by the battery manufacturer.

10.6 Catalyst vent plugs

For the reduction of water consumption and the extension of topping up intervals, catalyst vent plugs may be used. Catalyst vent plugs recombine hydrogen and oxygen generated mainly during the recharge process, forming water that drops back into the cell.

The following hazards shall be considered:

- due to the exothermal recombination, reaction heat is generated and shall be dissipated into the ambient air (hot surface areas);
- the recombination reaction takes place only with certain efficiency, depending on the relationship of catalyst size to charge current and ageing of catalyst. Surplus charging gasses, which are not recombined, will be released from the catalyst vent plugs.

The ventilation requirements according to 6.2 shall be observed, despite the use of catalyst vent plugs. To avoid a premature drying out of the battery, regular checks of the function of the catalyst and of the electrolyte level shall be made.

10.7 Connectors (plugs/sockets)

Plugs and sockets for use with traction batteries shall be in accordance with the requirements of local or international standards as for example EN 1175-1, Annex A.

For plugs and connectors for voltage higher than 240 V DC, the instructions and suggestions of the manufacturer shall be obtained.

11 Identification labels, warning notices and instructions for use, installation and maintenance

11.1 Warning labels

Warning labels shall be used to inform and warn the personnel of risks associated with batteries and battery installations.

The following symbols according to ISO 3864 series shall be present:

- follow the instructions (information sign),
- use protective cloths and goggles (command sign),
- dangerous voltage (when 60 V DC is exceeded) (warning sign),
- prohibition of naked flame (warning sign),
- warning sign - battery hazard (warning sign),
- electrolyte is highly corrosive (warning sign),
- explosion hazard (warning sign).

11.2 Identification label

The following information shall be indelibly marked on each battery assembly unit:

- name of battery manufacturer or supplier;
- battery type reference;
- battery serial number;
- nominal battery voltage (within one battery unit);
- battery capacity with time rating;

- service mass¹, including ballast if used.

11.3 Instructions

The following instructions shall be delivered with the battery, charger and auxiliary equipment and be formulated so to be easily understood also by maintenance and operations personnel for whom the language used to write the instructions is not their mother tongue:

- safety recommendations and installation, operation and maintenance instructions,
- information regarding disposal and recycling.

11.4 Other labels

National or international regulations may require additional markings or labelling. Such regulations are for example the EC directives 2006/66/EC, *Batteries and accumulators containing certain dangerous substances*, 2006/95/EC *Low voltage* and 1993/68/EC, *CE marking*.

12 Transportation, storage, disposal and environmental aspects

12.1 Packing and transport

The packing and transport of secondary batteries is covered in various national and international regulations and shall take in account the dangers of accidental short circuits, heavy mass and spillages of electrolyte. The following international regulations apply for example for transport, safe packing and carriage of dangerous goods depending of the geographic area and mode of transport:

- a) Road:
European Agreement for the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)
- b) Rail (international):
International Convention concerning the Carriage of Goods by Rail (CIM)
Annex A: International Regulations concerning the Carriage of dangerous Goods by Rail (RID)
- c) Sea:
International Maritime Organisation, Dangerous Goods
Code IMDG Code 8 Class 8 corrosive
- d) Air:
International Air Transport Association (IATA), Dangerous Goods Regulations

12.2 Disassembly, disposal, and recycling of batteries

Disassembly and disposal of batteries shall be carried out according to the prevailing local regulation by qualified personnel only.

13 Inspection and monitoring

To secure the safe operation of a traction battery, regular inspection is required. Any signs of deterioration shall be noted and be subject to repair, specifically in the case of electrolyte leakage and insulation failures.

The inspection of the battery can be incorporated into the regular maintenance routine of the battery, such as during the topping-up procedure.

¹ Not required for individual monobloc batteries.

Inspection and monitoring of batteries in service shall be in accordance with the battery manufacturer's instructions.

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 62485-3:2010

Withd2W

Bibliography

IEC 60050-482:2004, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 482: Primary and secondary cells and batteries*

IEC 61429, *Marking of secondary cells and batteries with the international recycling symbol*
ISO 7000-1135

IEC/TR 61431, *Guide for the use of monitor systems for lead-acid traction batteries*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

EN 1175-1:1998, *Safety of electrical trucks – Electrical requirements – Part 1: General requirements for battery powered trucks*

EN 1987-1, *Electrically propelled road vehicles – Specific requirements for safety – Part 1: On board energy storage*

EN 14458, *Eye protection*

EC directives 2006/66/EC, *Batteries and accumulators containing certain dangerous substances*

EC directive 2006/95/EC, *Low voltage*

EC directive 1993/68/EC, *CE marking*

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 62485-3:2010

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	28
4 Protection contre les chocs électriques par la batterie et le chargeur	31
4.1 Généralités	31
4.2 Protection contre à la fois les contacts directs et indirects	31
4.3 Protection contre les contacts directs et indirects au moment de la décharge de la batterie de traction sur le véhicule (batterie déconnectée du chargeur/du réseau)	31
4.4 Protection contre les contacts directs et indirects pendant la charge de la batterie de traction	32
5 Prévention des courts-circuits et protection contre les autres effets du courant électrique	32
5.1 Câbles et connecteurs d'éléments	32
5.2 Mesures de protection pendant la maintenance	33
5.3 Isolation des batteries	33
5.3.1 Généralités	33
6 Dispositions contre les risques d'explosion par ventilation	34
6.1 Emission de gaz	34
6.2 Exigences de ventilation	34
6.2.1 Généralités	34
6.2.2 Formule standard	34
6.2.3 Formule spéciale	35
6.2.4 Chargeurs non conventionnels	36
6.2.5 Charge multiple	36
6.3 Ventilation naturelle	36
6.4 Ventilation forcée	37
6.5 Proximité d'une batterie	37
6.6 Ventilation du compartiment de batterie	37
7 Dispositions contre les risques liés à l'électrolyte	38
7.1 Electrolyte et eau	38
7.2 Vêtements de protection	38
7.3 Contact accidentel, « premier secours »	38
7.3.1 Généralités	38
7.3.2 Contact avec les yeux	38
7.3.3 Contact avec la peau	38
7.4 Accessoires de batteries et outils de maintenance	38
8 Bacs et enveloppes pour batteries	39
9 Emplacement pour charge / maintenance	39
10 Equipements périphériques et accessoires de batteries	40
10.1 Système de surveillance de la batterie	40
10.2 Système central de remplissage d'eau	40
10.2.1 Généralités	40
10.2.2 Aspects de sécurité	40
10.3 Systèmes centraux de dégazage	41
10.4 Systèmes de gestion thermique	41

10.5	Système d'agitation d'électrolyte	41
10.6	Bouchons catalyseurs	41
10.7	Connecteurs (fiches/socles)	42
11	Étiquettes d'identification, avertissements et instructions pour l'utilisation, l'installation et la maintenance	42
11.1	Étiquettes d'avertissement	42
11.2	Étiquettes d'identification	42
11.3	Instructions	43
11.4	Autres étiquettes	43
12	Transport, stockage, mise au rebut et aspects d'environnement	43
12.1	Emballage et transport	43
12.2	Démontage, mise au rebut et recyclage des batteries	43
13	Contrôle et surveillance	43
	Bibliographie	45

Tableau 1 – Courant produisant du gaz I_{gaz} respectivement le courant de fin de charge type par capacité assignée en A pour 100 Ah, lorsqu'on charge avec des chargeurs IU ou IUI	36
--	----

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

EXIGENCES DE SÉCURITÉ POUR LES BATTERIES D'ACCUMULATEURS ET LES INSTALLATIONS DE BATTERIES –

Partie 3: Batteries de traction

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 62485-3 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
21/712/FDIS	21/719/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 CEI 62485 est disponible, sous le titre général *Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations de batteries*, sur le site 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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62485-3:2010

Withdrawn

EXIGENCES DE SÉCURITÉ POUR LES BATTERIES D'ACCUMULATEURS ET LES INSTALLATIONS DE BATTERIES –

Partie 3: Batteries de traction

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62485 s'applique aux installations d'éléments et de batteries d'accumulateurs utilisées pour les véhicules électriques par exemple dans les chariots électriques industriels (y compris chariots élévateurs, tracteurs, machines de nettoyage, véhicules automatiques guidés), locomotives alimentées par batteries, véhicules électriques routiers (par exemple véhicules pour le transport de marchandises, voiturettes de golf, bicyclettes, chaises roulantes), et ne couvre pas la conception de tels véhicules.

Cette norme internationale couvre les accumulateurs au plomb/dioxyde de plomb (plomb acide), oxyde de nickel/cadmium, oxyde de nickel/hydrure métallique et autres accumulateurs alcalins. Les aspects de sécurité des accumulateurs lithium dans ces applications seront couverts par les normes qui leur sont propres.

Les tensions nominales sont limitées respectivement à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu et donnent les principales mesures de protection contre les risques produits en général par l'électricité, les émissions de gaz et l'électrolyte.

Elle fournit les exigences concernant les aspects de sécurité liés à la mise en œuvre, à l'utilisation, au contrôle, à la maintenance et à la mise au rebut des batteries.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seules les éditions citées s'appliquent. Pour les références non datées, c'est l'édition la plus récente du document référencé qui s'applique (y compris les amendements).

CEI 60204-1, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 1: Règles générales*

CEI 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Part 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60900, *Travaux sous tension – Outils à main pour usage jusqu'à 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu*

CEI 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

ISO 3864 (toutes les parties), *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1**élément (d'accumulateur)****élément (rechargeable)****élément individuel**

ensemble d'électrodes et d'électrolyte constituant l'unité de base d'une batterie d'accumulateur

NOTE Cet ensemble est contenu dans un boîtier individuel fermé par un couvercle.

3.2**batterie d'accumulateur au plomb (acide)-dioxyde de plomb**

batterie d'accumulateur avec un électrolyte aqueux à base d'acide sulfurique dilué, une électrode positive en dioxyde de plomb et une électrode négative en plomb

3.3**batterie d'accumulateur à l'oxyde de nickel-cadmium**

batterie d'accumulateur avec un électrolyte alcalin, une électrode positive contenant de l'oxyde de nickel et une électrode négative en cadmium

3.4**élément (d'accumulateur) ouvert**

un élément d'accumulateur ayant un couvercle muni d'une ouverture au travers de laquelle les produits gazeux peuvent s'échapper

3.5**élément (d'accumulateur) étanche à soupape**

élément d'accumulateur fermé dans les conditions normales mais qui est muni d'un dispositif permettant l'échappement des gaz si la pression interne excède une valeur prédéterminée. L'élément ne peut normalement pas recevoir d'addition à son électrolyte

3.6**élément (d'accumulateur) étanche scellé**

élément d'accumulateur fermé ne laissant échapper ni gaz ni liquide quand il fonctionne dans les limites de charge et de température spécifiées par le fabricant. L'élément peut être muni d'un dispositif de sécurité destiné à éviter toute pression interne dangereusement élevée

NOTE L'élément ne requiert pas d'addition d'électrolyte et est conçu pour fonctionner toute sa vie dans ses conditions d'étanchéité initiales.

3.7**batterie d'accumulateurs**

deux ou plusieurs éléments d'accumulateurs connectés entre eux et utilisés comme source d'énergie électrique

3.8**batterie de traction**

batterie d'accumulateur qui est conçue pour fournir l'énergie de propulsion des véhicules électriques

3.9**batterie monobloc**

batterie comportant plusieurs compartiments d'éléments séparés mais reliés électriquement, dont chacun est conçu pour renfermer un assemblage d'électrodes, d'électrolyte, de bornes ou d'interconnexions et éventuellement de séparateurs

NOTE Les éléments dans une batterie monobloc peuvent être reliés en série ou en parallèle.

3.10**électrolyte**

substance liquide ou solide contenant des ions mobiles qui la rendent ioniquement conductrice

NOTE L'électrolyte peut être sous forme liquide, solide ou de gel.

3.11

bouillonnement

émissions gazeuses

dégagement gazeux résultant de l'électrolyse de l'eau dans l'électrolyte d'un élément

3.12

charge

charge (d'un accumulateur)

opération pendant laquelle un élément d'accumulateur ou un accumulateur reçoit de l'énergie électrique d'un circuit extérieur entraînant des échanges chimiques dans l'élément et un stockage de l'énergie chimique produite

3.13

charge d'égalisation

charge étendue qui assure une charge complète de tous les éléments d'une batterie

3.14

charge opportune

utilisation de temps libre pendant une période de travail pour augmenter la charge et donc la durée de fonctionnement d'une batterie tout en évitant une décharge excessive

3.15

surcharge

surcharge (d'un élément ou d'un accumulateur)

charge maintenue au-delà de la charge complète d'un accumulateur ou d'une batterie

NOTE La surcharge est également le fait de recharger au-delà d'une certaine limite spécifiée par le fabricant.

3.16

décharge

décharge (d'un accumulateur)

opération pendant laquelle un accumulateur fournit, à un circuit extérieur et dans des conditions spécifiées, l'énergie électrique produite dans les éléments

3.17

équipement périphérique (d'une batterie)

équipement installé sur la batterie, qui en assiste ou en surveille le fonctionnement, par exemple système central de remplissage d'eau, système d'agitation de l'électrolyte, système de surveillance de la batterie, système central de dégazage, connecteurs de batterie (fiches et socles), système de gestion thermique, etc

3.18

local de charge

local ou zone fermée destinés spécifiquement à la recharge des batteries. Il est permis d'utiliser également ce local pour la maintenance de la batterie

3.19

zone de charge

zone ouverte destinée et adaptée à la recharge des batteries. Il est permis d'utiliser également cette zone pour la maintenance de la batterie

4 Protection contre les chocs électriques par la batterie et le chargeur

4.1 Généralités

Des mesures doivent être prises sur les batteries de traction et dans les installations de charge des batteries de traction pour la protection contre les contacts directs ou indirects, ou contre les contacts à la fois directs et indirects.

Ces mesures sont décrites de manière détaillée dans la CEI 60364-4-41 et la CEI 61140. Les articles suivants et les amendements qui en résultent décrivent les mesures types à prendre pour les installations de batteries de traction.

La norme de matériels appropriés CEI 61140 s'applique aux batteries et aux circuits de distribution en courant continu à l'intérieur des matériels.

4.2 Protection contre à la fois les contacts directs et indirects

Dans les batteries et dans les installations de charge de batteries, la protection doit être assurée contre le contact direct avec les parties actives conformément à la CEI 60364-4-41.

Les mesures de protection suivantes contre les contacts directs s'appliquent:

- «protection par isolation des parties actives»;
- «protection au moyen de barrières ou d'enveloppes»;
- «protection par obstacles»;
- «protection par mise hors de portée par éloignement».

Les mesures de protection suivantes contre les contacts indirects s'appliquent:

- «protection par coupure automatique de l'alimentation ou signal»;
- «protection par isolation protectrice»;
- «protection par liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre»;
- «protection par séparation électrique».

4.3 Protection contre les contacts directs et indirects au moment de la décharge de la batterie de traction sur le véhicule (batterie déconnectée du chargeur/du réseau)

4.3.1 Les batteries de tension nominale jusqu'à 60 V compris en courant continu ne nécessitent pas de protection contre les chocs électriques causés par contact direct, dans la mesure où l'installation dans son ensemble correspond aux conditions pour la très basse tension de sécurité (TBTS) et très basse tension de protection (TBTP).

NOTE La tension nominale d'un accumulateur au plomb/dioxyde de plomb (plomb acide) est 2,0 V, celle d'un accumulateur à l'oxyde de nickel/cadmium ou oxyde de nickel/hydrure métallique est 1,2 V. Quand ces accumulateurs sont en charge rapide, leur tension peut atteindre 2,7 V pour le plomb ou 1,6 V pour les systèmes à base d'oxyde de nickel.

Cependant, pour d'autres raisons, par exemple courts-circuits, dommages mécaniques, etc., toutes les batteries des véhicules électriques nécessitent une protection contre le contact direct des parties actives, même si la tension nominale de la batterie est inférieure ou égale à 60 V en courant continu.

4.3.2 Pour les batteries dont la tension nominale est supérieure à 60 V et inférieure ou égale à 120 V en courant continu, la protection contre les chocs électriques causés par contact direct est exigée.

NOTE Les batteries de tension nominale jusqu'à 120 V compris en courant continu sont considérées comme des sources d'énergie sûres pour les systèmes très basse tension de sécurité (TBTS) ou très basse tension de protection (TBTP), voir la CEI 60364-4-41, 411.1.

Les mesures de protection suivantes s'appliquent:

- «protection par isolation des parties actives»;
- «protection au moyen de barrières ou d'enveloppes»;
- «protection par obstacles»;
- «protection par mise hors de portée par éloignement».

Si la protection contre les contacts directs des parties actives est assurée uniquement par des obstacles ou la mise hors de portée, l'emplacement de la batterie doit être d'accès restreint et réservé uniquement au personnel formé et autorisé et doit porter des étiquettes d'avertissement appropriées (voir Article 11).

Pour les batteries dont la tension nominale est supérieure à 120 V en courant continu, des mesures de protection à la fois contre les contacts directs et indirects sont exigées.

Les compartiments des batteries de tension nominale supérieure à 120 V en courant continu doivent être verrouillés et d'accès limité au seul personnel formé et autorisé et doivent être marqués avec les étiquettes d'avertissement appropriées (voir Article 11).

Pour les batteries de tension nominale supérieure à 120 V en courant continu, les mesures de protection suivantes contre les contacts indirects s'appliquent:

- «protection par isolation des parties actives»;
- «protection par liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre»;
- «protection par coupure automatique de l'alimentation ou signal».

4.4 Protection contre les contacts directs et indirects pendant la charge de la batterie de traction

Si on utilise des chargeurs de batterie dont la séparation galvanique du réseau d'alimentation est sûre, conformément à la CEI 61140, les mesures de protection TBTS ou TBTP doivent être appliquées. Si la tension nominale de la batterie ne dépasse pas 60 V en courant continu, la protection contre les contacts directs n'est pas formellement exigée tant que l'installation dans son ensemble correspond aux conditions de TBTS ou de TBTP.

Lorsque le chargeur de batterie n'est pas conforme à ces exigences, les mesures de protection contre les contacts directs et indirects doivent être appliquées conformément à la CEI 60364-4-41.

Cependant, pour d'autres raisons, par exemple courts-circuits, dommages mécaniques, etc., toutes les batteries des véhicules électriques nécessitent une protection contre le contact direct des parties actives, même si la tension nominale de la batterie est inférieure ou égale à 60 V en courant continu.

5 Prévention des courts-circuits et protection contre les autres effets du courant électrique

5.1 Câbles et connecteurs d'éléments

Les câbles et connecteurs d'éléments doivent être isolés pour éviter les courts-circuits.

Si la protection contre les courts-circuits ne peut pas être assurée par des dispositifs de protection contre les surintensités pour des raisons spécifiques aux batteries, alors il faut protéger les câbles entre le chargeur, respectivement le fusible de batterie et la batterie et entre la batterie et le véhicule, contre les courts-circuits et les défauts à la terre.

Les câbles doivent répondre aux exigences de la CEI 60204-1.

Lorsqu'on utilise un câble de remorque, la protection contre les courts-circuits doit être améliorée par l'utilisation d'un câble monoconducteur conformément à la CEI 60204-1. Cependant, lorsque la tension nominale de la batterie est inférieure ou égale à 120 V en courant continu, un câble de remorque de type H01ND2, pour une plus grande flexibilité, peut être utilisé.

Les câbles de bornes de batterie doivent être fixés de manière à empêcher toute contrainte de tension ou de torsion sur les bornes.

L'isolation doit résister aux effets des influences ambiantes comme la température, l'électrolyte, l'eau, la poussière, les produits chimiques courants, les gaz, la vapeur et la contrainte mécanique.

5.2 Mesures de protection pendant la maintenance

Au cours de travaux sur des matériels sous tension, les procédures appropriées doivent être mises en application afin de réduire les risques de blessures et seuls des outils isolés selon la CEI 60900 doivent être utilisés.

Pour réduire le risque de blessure, les mesures suivantes doivent être mises en œuvre:

- les batteries ne doivent pas être connectées ou déconnectées avant que la charge ou le courant de charge ne soit interrompu;
- on doit prévoir des couvercles de bornes de batterie et de connecteur permettant de réaliser une maintenance de routine tout en réduisant l'exposition des parties actives conductrices;
- tous les objets personnels métalliques doivent être retirés des mains, des poignets et du cou avant de commencer le travail;
- pour les systèmes de batteries dont la tension nominale est > 120 V en courant continu, des vêtements de protection isolés et/ou localement des revêtements isolants seront exigés pour empêcher que le personnel n'entre en contact avec le sol ou des parties ayant une liaison équipotentielle à la terre.

NOTE Il est fortement conseillé de diviser en sections de 120 V CC (nominal) ou moins, les batteries en cours de maintenance dont la tension nominale est supérieure à 120 V en courant continu.

5.3 Isolation des batteries

5.3.1 Généralités

Cet article ne s'applique pas aux batteries utilisées pour les véhicules routiers à propulsion électrique où les exigences d'isolement de la batterie sont couvertes par les normes pour cette application, en particulier.

5.3.2 Une nouvelle batterie, remplie et chargée doit avoir une résistance d'isolement d'au moins $1\text{ M}\Omega$ lorsqu'elle est mesurée entre une borne de batterie et le coffre métallique, le châssis du véhicule ou une autre structure support conductrice. Lorsque la batterie est installée dans plus d'un bac, cette exigence s'applique avec les sections, y compris les bacs de batteries métalliques, connectés électriquement.

5.3.3 Une batterie dont la tension nominale en utilisation ne dépasse pas 120 V en courant continu, doit avoir une résistance d'isolement d'au moins $50\ \Omega$ multipliée par la tension nominale de la batterie mais non inférieure à $1\text{ k}\Omega$ lorsqu'elle est mesurée entre une borne de batterie et le coffre métallique, le châssis du véhicule ou une autre structure conductrice de support. Si la tension nominale de la batterie est supérieure à 120 V en courant continu, une résistance d'isolement d'au moins $500\ \Omega$ multipliée par la tension nominale de la batterie est nécessaire. Lorsque la batterie est installée dans plus d'un bac, cette exigence s'applique avec les sections, y compris les bacs de batterie métallique, connectés électriquement.

5.3.4 La résistance d'isolement de la batterie du véhicule et de la batterie de traction doit être vérifiée séparément. La tension d'essai de la résistance doit être supérieure à la tension nominale de la batterie, mais pas plus de 100 V en courant continu ou trois fois la tension nominale (voir EN 1175-1).

6 Dispositions contre les risques d'explosion par ventilation

6.1 Emission de gaz

Pendant les processus de charge, des gaz sont émis de tous les éléments et batteries exceptés les éléments étanches. Ceci résulte de l'électrolyse de l'eau par le courant de surcharge. Les gaz produits sont l'hydrogène et l'oxygène. Lorsqu'ils sont émis dans l'atmosphère environnante, un mélange explosif peut être créé si la concentration en hydrogène dépasse 4 %_{vol} d'hydrogène dans l'air.

Pour éviter un développement de chaleur préjudiciable et un bouillonnement excessif des batteries, il faut prendre soin d'utiliser des chargeurs de batteries aux dimensions et aux caractéristiques de performance appropriées pour les batteries à charger.

Lorsque l'émission de gaz est déterminée de manière expérimentale avec les normes d'essais des batteries et que la valeur trouvée est inférieure à celle utilisée dans la présente norme, alors aucune dégradation des exigences de ventilation n'est acceptable. Si la valeur d'émission de gaz expérimentale est supérieure à la valeur présumée dans la présente norme, alors les exigences de ventilation doivent être adaptées par exemple augmentées.

Lorsqu'un élément atteint son état de charge complète, l'électrolyse de l'eau intervient suivant la loi de Faraday. Dans des conditions normalisées, c'est-à-dire à 0 °C et 1 013 hPa (STP sous IUPAC):

- 1 Ah décompose 0,336 g H₂O en 0,42 l H₂ + 0,21 l O₂;
- 3 Ah décompose 1 cm³ (1 g) de H₂O;
- 26,8 Ah décompose 9 g H₂O en 1 g H₂ + 8 g O₂.

A l'arrêt de l'équipement de charge, l'émission des gaz provenant des éléments décroît substantiellement en l'espace d'une heure. Cependant, des précautions sont encore nécessaires passé ce délai car du gaz emprisonné dans les éléments peut s'échapper de manière soudaine avec le mouvement de la batterie lorsqu'elle est replacée sur le véhicule ou que le véhicule se déplace en fonctionnement.

6.2 Exigences de ventilation

6.2.1 Généralités

Les exigences de ventilation de ce paragraphe doivent être satisfaites, que la batterie soit chargée sur le véhicule ou à l'extérieur de celui-ci.

La ventilation de l'emplacement ou de l'enveloppe d'une batterie est destinée à maintenir la concentration en hydrogène en dessous de la limite de 4 % d'hydrogène. Les locaux contenant des batteries doivent être considérés comme sûrs en termes de risques d'explosion lorsque par ventilation naturelle ou artificielle, la concentration en hydrogène est maintenue en dessous de cette limite de sécurité. L'apport nécessaire de ventilation pour un emplacement ou un compartiment de batterie doit être calculé en utilisant l'une des deux formules suivantes.

6.2.2 Formule standard

La formule standard doit être utilisée avec n'importe quel type de chargeur de batterie conventionnel lors du chargement des batteries à plomb à soupape ou ouvertes ou les batteries ouvertes au nickel-cadmium:

$$Q = v \times q \times s \times n \times I_{\text{gaz standard}} \times z \text{ [m}^3/\text{h]}$$

où

Q est le flux d'air de ventilation en m^3/h ;

v est la dilution nécessaire de l'hydrogène: $\frac{(100 \% - 4 \%)}{4 \%} = 24$;

q = $0,42 \times$ hydrogène généré $10^{-3} \text{ m}^3/\text{Ah}$ à 0°C ;

Remarque: pour les calculs à 25°C , la valeur de q à 0°C doit être multipliée par le facteur 1,095;

s = 5, facteur de sécurité générale;

n est le nombre d'éléments;

$I_{\text{gaz standard}}$ = courant de bouillonnement égal à 30 % du courant de sortie assigné du chargeur concerné [A];

z = 1,0 pour les batteries ouvertes;

z = 0,25 pour les batteries à soupape facteur de dégradation dû à une recombinaison de gaz interne.

La formule de calcul du débit d'air de ventilation peut être donnée de la manière suivante:

$$Q = 0,05 \times n \times I_{\text{gaz standard}} \times z \text{ [m}^3/\text{h]}$$

NOTE 1 Une batterie de traction au plomb ouverte de 48 V constituée de 24 éléments est à charger à partir d'un chargeur dont les caractéristiques de sortie sont 48 V/80 A. D'après les définitions ci-dessus, la valeur de $I_{\text{gaz standard}} = 0,30 \times 80 = 24$ [A] et la valeur de $z = 1,00$.

L'exigence de débit d'air de ventilation s'élève à $Q = 0,05 \times 24 \times 24 \times 1,00 = 28,8 \text{ [m}^3/\text{h]}$.

NOTE 2 Une batterie de fauteuil roulant au plomb à soupape de 24 V constituée de 12 éléments est à charger à partir d'un chargeur dont les caractéristiques de sortie sont 24 V/10 A. D'après les définitions ci-dessus, la valeur de $I_{\text{gaz standard}} = 0,30 \times 10 = 3,0$ [A] et la valeur de $z = 0,25$.

L'exigence de débit d'air de ventilation s'élève à $Q = 0,05 \times 12 \times 3,0 \times 0,25 = 0,45 \text{ [m}^3/\text{h]}$.

6.2.3 Formule spéciale

En dépit de 6.2.2, la formule spéciale suivante peut être utilisée avec des chargeurs conventionnels ayant des performances de tension et courant de sortie contrôlées lorsque des informations détaillées sur les chargeurs, les profils de charge et les types de batterie sont disponibles et que l'on souhaite optimiser le débit d'air de ventilation.

$$Q = v \times q \times s \times n \times I_{\text{gaz spécial}} \times C_n / 100 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

où

Q est le flux d'air de ventilation en m^3/h ;

v est la dilution nécessaire de l'hydrogène: $\frac{(100 \% - 4 \%)}{4 \%} = 24$;

q = $0,42 \times$ hydrogène généré $10^{-3} \text{ m}^3/\text{Ah}$ à 0°C ;

Remarque: pour les calculs à 25°C , la valeur de q à 0°C doit être multipliée par le facteur 1,095;

s = 5, facteur de sécurité générale;

n est le nombre d'éléments;

$I_{\text{gaz spécial}}$ = courant de bouillonnement en A/100 Ah capacité de batterie assignée (C_5) pour Tableau 1.

La formule de calcul du débit d'air de ventilation peut être résolue de la manière suivante:

$$Q = 0,05 \times n \times I_{\text{gaz spécial}} \times C_n / 100 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Pour le calcul du débit d'air de ventilation au moins la valeur minimale du courant de bouillonnement $I_{\text{gaz spécial}}$ [A/100 Ah] comme indiqué dans le Tableau 1 doit être utilisée.

Tableau 1 – Courant produisant du gaz I_{gaz} respectivement le courant de fin de charge type par capacité assignée en A pour 100 Ah, lorsqu'on charge avec des chargeurs IU ou IUI

Caractéristiques du chargeur	Courant de bouillonnement $I_{\text{gaz spécial}}$ en A /100 Ah (valeurs minimales)			
	Éléments d'accumulateur au plomb ouverts	Éléments d'accumulateur au plomb étanches à soupape	Éléments d'accumulateur au nickel-cadmium ouverts	Éléments d'accumulateur au nickel-cadmium ou nickel-hydrure métallique étanches
charge IU	(2,4 V/élément max) 2	(2,4 V/élément max) 1,0	(1,55 V/élément max) 5	Consulter le fabricant des éléments et du chargeur
charge IUI	Courant dans le 3 ^e palier de charge mais pas inférieur à 5	Courant dans le 3 ^e palier de charge mais pas inférieur à 1,5	Courant dans le 3 ^e palier de charge mais pas inférieur à 5	

NOTE 1 Une batterie de traction étanche à soupape de 24 V constituée de 12 éléments avec une capacité nominale de 256 Ah est à charger avec un chargeur IU adéquat ayant un réglage de tension maximal à 28,8 V. Le réglage de la tension correspond à $28,8/12 = 2,40$ V/élément et par conséquent la valeur de 1,0 A/100 Ah de $I_{\text{gaz spécial}}$ du Tableau 1 s'applique.

L'exigence du débit d'air de ventilation s'élève à $Q = 0,05 \times 12 \times 1,0 \times 256/100 = 1,54 \text{ [m}^3/\text{h]}$.

NOTE 2 Une batterie au nickel-cadmium ouverte de 48 V constituée de 40 éléments avec une capacité nominale de 180 Ah est à charger avec un chargeur IUI ayant un courant de sortie de 6,3 A dans la 3^e étape, correspondant à $6,3/180 = 0,035 \text{ A/Ah} = 3,5 \text{ A/100 Ah}$. Ceci est inférieur à la valeur minimale autorisée de $I_{\text{gaz spécial}}$ pour le Tableau 1. Par conséquent, il faut utiliser au moins la valeur minimale de 5 A/100 Ah de $I_{\text{gaz spécial}}$ dans le Tableau 1 pour le calcul du débit d'air de ventilation.

L'exigence du débit d'air de ventilation s'élève à $Q = 0,05 \times 40 \times 5 \times 180/100 = 18,0 \text{ [m}^3/\text{h]}$

NOTE 3 Une batterie au nickel-cadmium ouverte de 48 V constituée de 40 éléments avec une capacité nominale de 180 Ah est à charger avec un chargeur IUI ayant un courant de sortie de 10,0 A dans la 3^e étape, correspondant à $10,0/180 = 0,056 \text{ A/Ah} = 5,6 \text{ A/100 Ah}$. Cette valeur étant supérieure à 5,0 A/100 Ah, la valeur du courant dans la 3^e étape de charge doit être utilisée comme $I_{\text{gaz spécial}}$, soit 5,6 A/100 Ah.

L'exigence du débit d'air de ventilation s'élève à $Q = 0,05 \times 40 \times 5,6 \times 180/100 = 20,2 \text{ [m}^3/\text{h]}$.

6.2.4 Chargeurs non conventionnels

Lorsqu'on utilise un chargeur communément appelé «chargeur rapide» ou un chargeur avec des caractéristiques non conventionnelles par exemple un «chargeur à impulsion», alors la valeur spécifique pour $I_{\text{gaz spécial}}$ doit être obtenue du fabricant du chargeur.

6.2.5 Charge multiple

Lorsque deux batteries ou plus sont simultanément en charge dans le même local, les exigences de ventilation doivent être la somme des besoins individuels en débit d'air de ventilation.

6.3 Ventilation naturelle

L'apport d'air de ventilation doit être assuré de préférence par ventilation naturelle, sinon par ventilation forcée (artificielle).

Les locaux et les zones de charge nécessitent, dans des conditions de ventilation naturelle, une entrée et une sortie d'air avec une zone d'ouverture libre minimale calculée avec la formule suivante:

$$A = 28 \times Q$$

où

Q est le débit d'air frais de la ventilation (m^3/h);

A est la zone libre d'ouverture d'entrée et de sortie d'air (cm^2).

NOTE Pour les besoins de ce calcul, on estime la vitesse de l'air à 0,1 m/s.

L'entrée et la sortie d'air doivent être situées au meilleur emplacement possible pour créer les meilleures conditions d'échange d'air, avec:

- ouvertures sur des parois opposées,
- distance de séparation minimale de 2 m lorsque les ouvertures sont sur la même paroi.

A l'air libre, dans de grands espaces fermés et dans des locaux bien ventilés, on peut s'attendre à une vitesse de l'air $\geq 0,1$ m/s, ce qui assure une ventilation adéquate.

Les locaux bien ventilés doivent présenter un volume libre d'au moins $2,5 \times Q$ [m^3].

L'entrée et la sortie d'air doivent être situées au meilleur emplacement possible pour l'échange d'air, c'est à dire

- ouvertures sur des parois opposées,
- distance de séparation minimale de 2 m lorsque les ouvertures sont sur la même paroi.

L'air extrait de la zone/du local de charge doit être expulsé dans l'atmosphère à l'extérieur du bâtiment.

6.4 Ventilation forcée

Lorsqu'un apport d'air adéquat Q ne peut pas être obtenu par ventilation naturelle et qu'une ventilation forcée est mise en place, le chargeur doit être verrouillé de manière réciproque avec le système de ventilation ou une alarme doit être mise en marche lorsque l'apport d'air nécessaire, pour le mode de charge choisi, n'est pas assuré.

L'air extrait du local de charge doit être expulsé dans l'atmosphère à l'extérieur du bâtiment.

6.5 Proximité d'une batterie

A proximité d'une batterie, la dilution des gaz explosifs n'est pas toujours assurée. Par conséquent, il faut observer une distance de sécurité d'un minimum de 0,5 m à travers l'air, sans flammes, étincelles, arcs ou dispositifs incandescents (température maximale de surface 300 °C).

6.6 Ventilation du compartiment de batterie

6.6.1 Lorsque des couvercles amovibles sont fournis pour les batteries et si cela est approprié, ils doivent être retirés avant les opérations de charge pour dissiper les gaz produits et aider la batterie à se refroidir.

6.6.2 Des ouvertures de ventilation adaptées doivent être prévues dans le bac, le compartiment ou le couvercle de manière à ce que pendant les périodes de décharge ou de repos, il ne se produise pas d'accumulation dangereuse de gaz lorsque l'équipement est utilisé conformément aux instructions du fabricant.

La zone d'ouverture de ventilation doit être d'au moins:

$$A = 0,005 \times n \times C_5 \quad [\text{cm}^2]$$

où

A est la section totale des trous de ventilation nécessaire $[\text{cm}^2]$;

n est le nombre d'éléments dans la batterie;

C_5 est la capacité de batterie au débit 5 h $[\text{Ah}]$.

7 Dispositions contre les risques liés à l'électrolyte

7.1 Electrolyte et eau

L'électrolyte utilisé dans les accumulateurs au plomb est une solution aqueuse d'acide sulfurique. L'électrolyte utilisé dans les accumulateurs au NiCd et NiMH est une solution d'hydroxyde de potassium. On utilise de l'eau distillée ou déminéralisée pour compléter les éléments.

7.2 Vêtements de protection

Pour éviter des blessures à la suite d'éclaboussures d'électrolyte au cours de manipulations d'électrolyte et/ou d'éléments d'accumulateurs ouverts, on doit porter des vêtements de protection, tels que:

- lunettes ou masques de protection,
- gants et tabliers de protection.

Dans le cas d'éléments d'accumulateurs à soupapes ou étanches au gaz, on doit porter au minimum des lunettes et des gants de protection.

7.3 Contact accidentel, « premier secours »

7.3.1 Généralités

Les électrolytes alcalins et acides provoquent des brûlures des yeux et de la peau.

Une source d'eau claire, provenant du robinet ou d'un réservoir stérile dédié, doit être mise à disposition à proximité de la batterie en charge ou en maintenance pour éliminer les éclaboussures d'électrolyte sur les parties du corps.

7.3.2 Contact avec les yeux

En cas de contact accidentel avec de l'électrolyte, les yeux doivent être immédiatement baignés dans une grande quantité d'eau pendant longtemps. Dans tous les cas, un avis médical doit être immédiatement obtenu.

7.3.3 Contact avec la peau

En cas de contact accidentel de la peau avec l'électrolyte, les parties touchées doivent être lavées à grande eau ou avec une solution neutralisante adéquate. Si l'irritation de la peau persiste, un avis médical doit être obtenu.

7.4 Accessoires de batteries et outils de maintenance

Les matériaux utilisés pour les accessoires, les étagères ou les enveloppes de batterie et les composants à l'intérieur des locaux abritant des batteries doivent résister aux effets chimiques de l'électrolyte ou être protégés contre ceux-ci.